

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Хакасский технический институт – филиал СФУ  
институт  
Строительство  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ Г.Н. Шибаева  
подпись      инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

08.03.01 «Строительство»  
код и наименование направления

Крематорий в г. Абакане  
тема

Пояснительная записка

Руководитель \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент Е.Е. Ибе  
подпись, дата      должность, ученая степень      инициалы, фамилия

Выпускник \_\_\_\_\_ И.В.Герасимова  
подпись, дата      инициалы, фамилия

Абакан 2017

## Продолжение титульного листа БР по теме Крематорий в г. Абакане

Консультанты по  
разделам:

<u>Архитектурный</u> наименование раздела	_____	<u>Е.Е. Ибе</u> инициалы, фамилия
	подпись, дата	
<u>Конструктивный</u> наименование раздела	_____	<u>Л.П.Нагрузова</u> инициалы, фамилия
	подпись, дата	
<u>Основания и фундаменты</u> наименование раздела	_____	<u>О.З. Халимов</u> инициалы, фамилия
	подпись, дата	
<u>Технология и организация</u> <u>строительства</u> наименование раздела	_____	<u>В.М. Демченко</u> инициалы, фамилия
	подпись, дата	
<u>Экономика строительства</u> наименование раздела	_____	<u>Е.Е. Ибе</u> инициалы, фамилия
	подпись, дата	
<u>Охрана труда и техники</u> <u>безопасности</u> наименование раздела	_____	<u>Т.Н. Плотникова</u> инициалы, фамилия
	подпись, дата	
<u>Оценка воздействия на</u> <u>окружающую среду</u> наименование раздела	_____	<u>Е.Е. Ибе</u> инициалы, фамилия
	подпись, дата	

Нормоконтролер

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Г.Н. Шибаета

инициалы, фамилия

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЗАВЕДУЮЩЕГО КАФЕДРОЙ  
О ДОПУСКЕ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ К ЗАЩИТЕ

Вуз (точное название) Хакасский технический институт-филиал ФГАОУ ВО  
«Сибирский федеральный университет»  
Кафедра Строительство

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Заведующего кафедрой \_\_\_\_\_ Строительство  
(наименование кафедры)

\_\_\_\_\_ Шибаета Галина Николаевна  
(фамилия, имя, отчество заведующего кафедрой)

Рассмотрев бакалаврскую работу студента группы № 33-1 \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ Герасимовой Ирины Владимировны  
(фамилия, имя, отчество студента)

Выполненную на тему Крематорий в г. Абакане

По реальному заказу \_\_\_\_\_  
(указать заказчика, если имеется)

С использованием ЭВМ \_\_\_\_\_  
(название задачи, если имеется)

Положительные стороны работы \_\_\_\_\_

В объеме \_\_\_\_\_ 114 \_\_\_\_\_ листов бакалаврской работы, отмечается, что работа выполнена в соответствии с установленными требованиями и допускается кафедрой к защите.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Г.Н. Шибаета  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт-филиал СФУ  
институт  
Строительство  
Кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ Г.Н. Шибаева  
подпись      инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 17 г.

**ЗАДАНИЕ**  
**НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**  
в форме бакалаврской работы  
(бакалаврской работы, дипломного проекта, дипломной работы, магистерской диссертации)

Студенту (ке) Герасимовой Ирине Владимировне  
(фамилия, имя, отчество студента(ки))

Группа 33-1 Направление (специальность) 08.03.01  
(код)

Строительство  
(наименование)

Тема выпускной квалификационной работы Крематорий в г. Абакане

Утверждена приказом по университету № 148 от 28.02.2017г.

Руководитель ВКР Е.Е. Ибе, к.т.н., доцент кафедры «Строительство»  
(инициалы, фамилия, должность и место работы)

Исходные данные для ВКР Геологический разрез

Перечень разделов ВКР Архитектура, строительные конструкции, основания и фундаменты, технология и организация строительства, смета, безопасность жизнедеятельности, оценка воздействия на окружающую среду.

Перечень графического или иллюстративного материала с указанием основных чертежей, плакатов, слайдов 2 листа-архитектура, 1 лист-строительные конструкции, 1 лист-основания и фундаментов, 2 листа-технология и организация строительства

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_  
(подпись) \_\_\_\_\_ Е.Е. Ибе  
(инициалы и фамилия)

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_  
(подпись) \_\_\_\_\_ И.В. Герасимова  
(инициалы и фамилия)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2017г.

## АННОТАЦИЯ

на бакалаврскую работу Герасимовой Ирины Владимировны  
(фамилия, имя, отчество)

на тему: «Крематорий в г. Абакане»

*Актуальность тематики и ее значимость:* На сегодняшний день город Абакан стремительно растет, под застройку требуется всё больше территорий, которой становится меньше с каждым годом. Актуальность проекта связана с экономией земельного пространства в черте города .

*Расчеты, проведенные в пояснительной записке:* В пояснительной записке приведены расчёты многопустотной сборной железобетонной плиты, монолитной колонны, фундамента ,отделки помещений .

*Использование ЭВМ:* Во всех основных расчетных разделах бакалаврской работы, при оформлении пояснительной записки и графической части использованы стандартные и специальные строительные программы ЭВМ: Microsoft Office Word 2010, AutoCAD 2013, ArchiCad 16, ГРАНД – Смета.

*Разработка экологических и природоохранных мероприятий:* Произведен расчет выбросов в атмосферу от различных воздействий, в работе предусмотрено использование экологически чистых материалов, а также предусмотрено озеленение и благоустройство территории.

*Качество оформления:* Пояснительная записка и чертежи выполнены с высоким качеством на ЭВМ. Распечатка работы сделана на лазерном принтере с использованием цветной печати для большей наглядности.

*Освещение результатов работы:* Результаты проведенной работы изложены последовательно, носят конкретный характер и освещают все этапы реконструкции.

*Степень авторства:* Содержание бакалаврской работы разработано автором самостоятельно.

Автор бакалаврской работы

\_\_\_\_\_

подпись

Герасимова И.В.

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель работы

\_\_\_\_\_

подпись

Ибе Е.Е.

(фамилия, имя, отчество)

# ABSTRACT

The graduation paper of Gerasimova Irina Vladimirovna  
(first name, surname)

The theme: «Crematorium in the city of Abakan»

The relevance of the work and its importance: To date, the city of Abakan is growing rapidly, more areas are needed for development, which is getting smaller every year. The relevance of the project is related to the saving of land in the city.

Calculations in the explanatory note: In the explanatory note the calculations of a multi-empty prefabricated reinforced concrete slab, monolithic column, foundation, finishing of premises are given.

Usage of computer: In all sections of the graduation project including the execution of the explanatory note and graphical part the computer standard and special building programs are used: Microsoft Office Word 2010, AutoCAD 2014, ArchiCad 16, GRAND – Smeta.

The development of environmental conservation activities: We made the calculation of emissions into the atmosphere caused by a variety of impacts, the use of eco-friendly materials is provided in the work, as well as planting of greenery and improving the territory.

Quality of execution: The explanatory note and drawings are made with high quality with a computer. Printing of the paper is done with a laser printer using color prints for better visibility.

Results of presentation: The results of this work are set out in sequence; they are specific and includes all stages of construction.

Degree of the authorship: The content of the graduation paper is developed by the author independently.

Author of the graduation paper \_\_\_\_\_ Gerasimova I.V.  
signature (first name, surname)

Project supervisor \_\_\_\_\_ Ibe E.E.  
signature (first name, surname)

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ .....	12
1 Архитектурный раздел .....	13
1.1 Строительная и климатическая характеристика района .....	13
1.2 Решение генерального плана .....	13
1.3 Объемно-планировочное решение .....	14
1.4 Архитектурно-конструктивное решение здания .....	15
1.5 Теплотехнический расчет стенового ограждения .....	20
1.6 Требования пожарной безопасности.....	21
1.7 Архитектурно- планировочные показатели объекта.....	22
2 Конструктивный раздел.....	22
2.1 Конструктивное решение .....	22
2.2. Назначение характеристик бетона и арматуры.....	24
2.3 Определение расчетного пролета, нагрузок, усилий .....	26
2.4 Расчет прочности плиты по сечению, к продольной оси. Расчет по несущей способности. Расчет по первой группе предельного состояния ...	28
2.5 Расчет прочности плиты по сечению, наклонному к продольной.....	30
оси. ....	30
2.6 Проверка прочности плиты по предельным состояниям II группы. ....	33
2.7 Потери предварительно напряженной арматуры. ....	34
2.8 Расчет по образованию трещин .....	37
2.9 Расчет прогиба плиты .....	38
2.10 Расчет центрально-сжатой монолитной колонны .....	39
2.11 Характеристика бетона и арматуры .....	39
2.12 Выбор расчетной схемы. Определение нагрузок и усилий .....	41
2.13 Расчет прочности колонны .....	44
3 Основания и фундаменты.....	48
3.1 Инженерно-геологический разрез.....	49
3.2 Инженерно- геотехнический разрез.....	50
3.3 Сбор нагрузок .....	51

3.4 Расчет столбчатого фундамента основной сетки колонн .....	53
3.4.1 Расчет оснований по деформациям .....	53
3.4.2 Расчет осадки фундамента.....	57
3.5 Расчет столбчатого фундамента под колонну деформационного шва...	59
3.5.1 Расчет оснований по деформациям .....	59
3.5.2 Расчет осадки фундамента.....	63
4 Технология и организация строительства .....	65
4.1 Общие сведения о строительстве .....	65
4.2 Организация строительного производства.....	66
4.3 Определение номенклатуры и объемов работ .....	67
4.4 Ведомость объемов работ .....	68
4.5 Ведомость грузозахватных приспособлений .....	73
4.6 Выбор монтажного крана.....	75
4.7 Выбор и расчет транспортных средств.....	78
4.8 Калькуляция трудовых затрат .....	82
4.9 Расчет численно-квалификационного состава бригады и звеньев .....	85
4.10 Расчет монтажных и безопасных зон работы крана.....	87
4.11 Расчет временных административно-бытовых зданий .....	87
4.12 Проектирование временных дорог.....	89
4.13 Расчет площади приобъектно госклада .....	89
5 Экономика строительства .....	90
6 Охрана труда и техника безопасности .....	91
6.1 Общие положения .....	91
6.2 Требования безопасности к обустройству и содержанию строительной площадки, участков работ и рабочих мест.....	91
6.3 Требования безопасности при складировании материалов и конструкций.....	92
6.4 Обеспечение пожаробезопасности.....	93
6.5 Техника безопасности при производстве работ .....	93
7 Оценка воздействия на окружающую среду .....	100



7.1 Общие сведения о проектируемом объекте .....	100
7.2 Оценка воздействия на окружающую среду от строительства объекта .....	101
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	109
Приложение А.....	

## ВВЕДЕНИЕ

Современный крематорий сложное техническое сооружение. При строительстве крематория важным является выбор места, правильное проектирование с учетом особенностей функционального процесса здания, оформление разрешительной документации, выбор поставщиков специализированного оборудования, а так же строительной организации с соответствующим опытом возведения подобных сооружений и их наладки. Основная идея проекта – экономия земельного пространства в черте города.

## 1 Архитектурный раздел

### 1.1 Строительная и климатическая характеристика района

Объект строительства : Крематорий

Географическое положение : Республика Хакасия, г. Абакан

Климатические характеристики:

- снеговой район – II:  
значение снеговой нагрузки :  $s_g = 1,2$  кПа (табл. 10.1 [2])
- ветровой район – III  
значение ветровой нагрузки :  $w_0 = 0,38$  кПа (табл. 11.1 [2])
- климатический район – IV (прил. А [3])
- сейсмичность - 7 баллов. (прил. А [1])

Согласно инженерно-геологическим изысканиям в геологическом строении участка строительства принимают участие следующие инженерно-геологические слои:

- горизонт 1 – насыпные грунты – смесь галечника, гравия, песка и супеси ;
- горизонт 2 – супесь твердая

Основанием столбчатого фундамента служат грунты:

- горизонта 3 – песок мелкий, маловлажный со следующими характеристиками:  $\rho_d = 1,7$  г/см<sup>3</sup>;  $\omega = 0,07$ ;  $\rho_s = 2,66$  г/см<sup>3</sup>.

Подземные воды до глубины 8,0 м не встречены.

Грунты горизонта 3 относятся к II категории по сейсмическим свойствам. (табл. 1 [1])

### 1.2 Решение генерального плана

Участок, отведенный под строительство здания крематория, расположен на обособленной территории вблизи кладбища №6 по адресу ул. Кожевникова, что обеспечивает удобный подъезд транспорта к зданию.

На генеральном плане скомпонованы: здание крематория и колумбарий. Здание имеет в плане квадратную форму. Размещение здания обеспечивает нормативную инсоляцию помещений и разрывы до соседних строений.

Стоянки для посетителей расположены вдоль главного фасада для максимального удобства и доступности к зданию. Стоянки для работников крематория расположены вдоль заднего фасада, у главного входа для работников крематория.

Каждому объекту генплана присвоен позиционный номер и дана его характеристика (площадь объекта) в виде экспликации зданий и сооружений.

Проектом благоустройства территории предусмотрено устройство асфальтированных проездов, пешеходных дорожек с покрытием из бутового камня, стоянок для машин, фонарей, мусорных урн и мусорных баков. Так как на территории застройки отсутствует достаточное озеленение, проектом предусмотрено облагораживание территории зелеными насаждениями, а именно хвойными и лиственными деревьями, искусственным газоном. На участке также размещены малые формы – скамейки.

На генплане показана предпочтительная ориентация здания по преобладающему направлению ветра (юго-запад), здание крематория должно быть расположено с подветренной стороны по отношению к селитебной территории.

Подъезд пожарных машин к зданию обеспечивается по проезду к зданию, шириной 6 м.

Технико-экономические показатели генплана:

- площадь участка – 18186 м<sup>2</sup>
- площадь застройки – 500 м<sup>2</sup>
- площадь твердого покрытия – 3162 м<sup>2</sup>
- площадь озеленения – 14524 м<sup>2</sup>

### 1.3 Объемно-планировочное решение

Здание крематория имеет размеры в плане: длина – 21 м, ширина – 21 м, высота – 7,78 м. Шаг колонн, в основном, – 6 м, а также в одиночных случаях – 3 м, что обусловлено функционально - технологическими требованиями.

Проектом предусмотрено разделение здания крематория в 2 уровня:

- для обеспечения удобного рабочего процесса персонала крематория;
- для невозможности пересечения посетителей с рабочими кремационного зала;
- в целях устранения посторонних звуков в административно-бытовой части.

В цокольном этаже предусмотрены и размещены помещения в соответствии с основным функциональным процессом, помещения первого этажа – административно- бытовые.

Пол первого этажа в пространстве ритуального зала опущен на 1,2м по отношению к нулевой отметке, в целях соблюдения требований к высоте помещения ритуального зала, поэтому проектом требовалось предусмотреть деформационные швы в осях 2а и 2б.

В составе здания крематория предусмотрены следующие помещения :

#### 1. Технологические:

- Охлаждаемые камеры предпохоронного содержания;
- Помещение санитарно-гигиенической и парикмахерской подготовки;
- Кремационный зал

#### 2. Вспомогательные:

- Кладовая одежды, снятой с умерших;
- Комната приема одежды и обуви для умершего;
- Помещение мойки тележек;
- Электрощитовая;
- Склад хранения пустых урн;
- Помещение для обработки праха и наполнения пустых урн;
- Венткамера;
- Помещение газоочистки
- Склад похоронных принадлежностей, предметов похоронного ритуала

Основными помещениями являются ритуальный и кремационный залы. Высота ритуального зала – 4,2м, в полу имеется прямоугольное отверстие под устройство подъёмника для гроба, для обеспечения его перемещения из ритуального зала в кремационный зал.

Высота кремационного зала – 3,7 м, что обусловлено требованием на проектирование и немалой высотой кремационных печей – 3,24 м.

### 1.4 Архитектурно-конструктивное решение здания

Конструктивная схема – монолитный железобетонный каркас. Выбор каркасной конструктивной схемы обоснован потребностью в больших площадях кремационного и ритуального залов, широких коридоров на пути основного функционального процесса, а также рассмотрена перспектива перепланировки здания, в результате замены оборудования на более современное.

Под колонны запроектированы монолитные железобетонные столбчатые фундаменты. Фундаментные балки для наружных и внутренних стен здания монолитные железобетонные.

Колонны – сечением 300х300 .

Деформационный шов представлен 2 рядами колонн сечением 300х300.

Кровля – плоская по разуклонке.

Покрытие - бикрост. Купол над зимним садом в осях Б-В, 2-3 ,выполнен из металлических конструкций. Покрытие купола – акриловое стекло.

Наружные стены – кирпич.

Стены подвала – бетонные блоки.

Пол цокольного этажа – монолитный бетон;

Перекрытие первого этажа - многпустотные плиты.

Водостоки – наружные.

Цоколь – керамогранит

Степень огнестойкости здания – II.

В составе здания крематория предусмотрены следующие помещения :

1. Технологические:

- Охлаждаемые камеры предпохоронного содержания;
- Помещение санитарно-гигиенической и парикмахерской

подготовки;

- Кремационный зал

2. Вспомогательные:

- Кладовая одежды, снятой с умерших;
- Комната приема одежды и обуви для умершего;
- Помещение мойки тележек;
- Электрощитовая;
- Склад хранения пустых урн;
- Помещение для обработки праха и наполнения пустых урн;
- Венткамера;
- Помещение газоочистки
- Склад похоронных принадлежностей, предметов похоронного

ритуала

Основными помещениями являются ритуальный и кремационный залы. Высота ритуального зала – 4,2м, в полу имеется прямоугольное отверстие под устройство подъёмника для гроба, для обеспечения его перемещения из ритуального зала в кремационный зал.

Высота кремационного зала – 3,7 м, что обусловлено требованием на проектирование и немалой высотой кремационных печей – 3,24 м.

Таблица 1.1 – Ведомость отделки помещений

Наименование или номер помещения	Вид отделки элементов интерьеров						Примечание
	Потолок	Площадь, м <sup>2</sup>	Стены или перегородки	Площадь, м <sup>2</sup>	Пол	Площадь, м <sup>2</sup>	
1	Штукатурка	23,1	Штукатурка улучшенная	82,54	Керамическая плитка	23,1	
2	Штукатурка	4,6	Штукатурка	34,61	Керамическая	4,6	

			улучшенна я		плитка		
3	Штукатурка	10	Штукатурк а улучшенна я	46,22	Керамиче ская плитка	10	
4	Штукатурка	8	Штукатурк а улучшенна я	41,78	Керамиче ская плитка	8	
5	Штукатурка	23,8	Керамичес кая плитка	72,1	Керамиче ская плитка	23,8	
6	Штукатурка	11,6	Керамичес кая плитка	51,46	Керамиче ская плитка	11,6	
7	Штукатурка	11,6	Виниловы е обои	52,64	Паркет	11,6	
8	Штукатурка	18,1	Виниловы е обои	63,22	Паркет	18,1	
9	Штукатурка	12	Штукатурк а улучшенна я	53,38	Керамиче ская плитка	12	
10	Штукатурка	16	Керамичес кая плитка	59,67	Керамиче ская плитка	16	
11	Штукатурка	14,1	Штукатурк а	58,05	-	14,1	
12	Штукатурка	9,3	Штукатурк а	45,4	-	9,3	
13	Штукатурка	11,1	Штукатурк а	49,61	-	11,1	
14	Штукатурка	34,5	Штукатурк а улучшенна я	81,75	Керамиче ская плитка	34,5	
15	Штукатурка	80	Керамогра нитная плитка	119,89	Керамиче ская плитка	80	
16	Штукатурка	2,3	Керамичес кая плитка	6,02	Керамиче ская	2,3	

					плитка		
17	Штукатурка	2,1	Керамическая плитка	5,72	Керамическая плитка	2,1	
18	Штукатурка	3,3	Керамическая плитка	8,18	Керамическая плитка	3,3	
19	Штукатурка	20	Штукатурка улучшенная	65,73	Керамическая плитка	20	
20	Штукатурка	77,9	Штукатурка улучшенная	309,86	Керамическая плитка	77,9	
21	Штукатурка	9,5	Штукатурка улучшенная	36,48	Керамическая плитка	9,5	
22	Штукатурка	8,9	Штукатурка улучшенная	35,88	Керамическая плитка	8,9	
23	Штукатурка	15	Керамогранитная плитка	48,24	Керамическая плитка	15	
24	Штукатурка	25	Керамогранитная плитка	60,24	Керамическая плитка	25	
25	Штукатурка	1,6	Керамическая плитка	14,82	Керамическая плитка	1,6	
26	Штукатурка	1,6	Керамическая плитка	14,82	Керамическая плитка	1,6	
27	Штукатурка	2,3	Керамическая плитка	18,72	Керамическая плитка	2,3	
28	Штукатурка	18	Виниловые обои	61,02	Паркет	18	
29	Штукатурка	10,2	Виниловые обои	38,64	Паркет	10,2	



30	Штукатурка	11,6	Керамогранитная плитка	41,82	Керамическая плитка	11,6	
31	Штукатурка	10	Виниловые обои	38,16	Паркет	10	
32	Штукатурка	13,2	Штукатурка	43,44	-	13,2	
33	Штукатурка	5,5	Керамогранитная плитка	27,6	Керамическая плитка	5,5	
34	Штукатурка	18,8	Керамогранитная плитка	52,32	Керамическая плитка	18,8	
35	Штукатурка	2,1	Керамическая плитка	17,34	Керамическая плитка	2,1	
36	Штукатурка	1,9	Керамическая плитка	16,61	Керамическая плитка	1,9	
37	Штукатурка	16,1	Виниловые обои	52,08	Паркет	16,1	
38	Штукатурка	11,8	Виниловые обои	41,49	Паркет	11,8	
39	Натяжной потолок	48,6	Керамогранитная плитка	83,58	Керамогранитная плитка	48,6	
40	Штукатурка	10	Штукатурка улучшенная	38,1	Керамическая плитка	10	
41	Штукатурка	43,6	Керамогранитная плитка	43,5	Керамическая плитка	43,6	
42	Штукатурка	10,8	Штукатурка улучшенная	39,72	Керамическая плитка	10,8	
43	Штукатурка	18,3	Штукатурка улучшенная	52,32	Керамическая плитка	18,3	

44	Штукатурка	2,2	Керамическая плитка	20,7	Керамическая плитка	2,2	
45	-	-	Керамогранитная плитка	67,14	Керамогранитная плитка	30,8	

Таблица 1.2 - Ведомость отделки здания

Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>	Примечание
Декоративная штукатурка	2258,97	

### 1.5 Теплотехнический расчет стенового ограждения

Градусо-сутки отопительного периода, °С·сут/год, определяют по формуле

$$\text{ГСОП} = (t_b - t_{от}) z_{от}$$

где  $t_b$  - средняя температура наружного воздуха, (16-21 °С);

$z_{от}$  - продолжительность, сут/год, отопительного периода, принимаемые по своду правил для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8 °С;

$t_{от}$  - расчетная температура внутреннего воздуха здания.

$$\text{ГСОП} = (t_b - t_{от}) z_{от} = (16 - 7,9) \cdot 223 = 1806,3 \text{ °С} \cdot \text{сут/год}$$

Требуемое сопротивление теплопередачи:

$$R_0^{тр} = a \cdot \text{ГСОП} + b = 0,00035 \cdot 1806,3 + 1,4 = 2,03 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$$

где  $a = 0,00035$   $b = 1,4$

Термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции, м<sup>2</sup> °С/Вт, определяемые по формуле:

$$R = \frac{\delta}{\lambda}$$

где  $\delta$  - толщина слоя, м;

$\lambda$  - расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/(м °С),

$\alpha_n = 23 \text{ Вт/(м °С)}$  - коэффициент теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности ограждающей конструкции. (табл. 6 [5])

$\alpha_b = 8 \text{ Вт/(м °С)}$  - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции. (табл. 6 [5])

Таблица 1.3 – Теплотехнический расчет

№	Наименование	$\delta, \text{м}$	$\lambda, \text{Вт}/(\text{м} \times ^\circ\text{C})$	$\frac{\delta}{\lambda}$
1	Керамогранитная плитка	0,012	1,05	0,010
2	Кирпичная кладка	0,38	0,7	0,54
3	Утеплитель	x	0,037	$\frac{x}{0,037}$
4	Кирпичная кладка	0,15	0,7	2,14
5	Известково- цементный раствор	0,005	0,5	0,010

$$R_0 = \frac{1}{23} + \frac{1}{8} + 0,01 + 0,54 + \frac{x}{0,037} + 0,01$$

$$- \frac{x}{0,037} = 0,043 + 0,115 + 0,54 + 0,01 - 2,03$$

$$x = 0,048$$

Принимаем утеплитель эковата толщиной 50 мм .

## 1.6 Требования пожарной безопасности

Здание относится к категории Б, если одновременно выполнены следующие условия: здание не относится к категории А и суммированная площадь помещений категорий А и Б превышает 5% суммированной площади всех помещений или 200 м<sup>2</sup>

Размещаемые в пределах объектов Ф3.5 помещения производственного назначения (кремационный зал), технические помещения, за исключением помещений категорий В4 и Д, выделяются противопожарными перегородками не ниже 1-го типа.

Допускается предусматривать подъезд пожарных автомобилей только с одной стороны к зданиям и сооружениям высотой менее 18м.

Ширина проездов для пожарной техники в зависимости от высоты зданий или сооружений должна составлять не менее 3,5 метров - при высоте зданий или сооружения до 13,0 метров включительно;

Расстояние от внутреннего края проезда до стены здания или сооружения должно быть для зданий высотой до 28 метров включительно - 5-8 метров;

Отделку стен и потолков ритуальных залов следует выполнять, как правило, из негорючих материалов.

Автоматической пожарной сигнализацией оборудуются: в домах траурных обрядов и крематориях - все помещения, кроме холодильных камер, санитарных узлов, душевых; в бюро похоронного обслуживания - все помещения, кроме санитарных узлов. Оборудование автоматической сигнализации следует располагать в помещении с постоянным пребыванием людей.

Для системы пожарной сигнализации применяются тепловые датчики.

Здания похоронного назначения оборудуются аварийным освещением, обеспечивающим эвакуацию людей.

Вентиляционные камеры, воздуховоды и стенки шумоглушителей выполняются из негорючих материалов.

В кремационном зале следует предусматривать систему дымоудаления.

### 1.7 Архитектурно- планировочные показатели объекта

Площадь застройки: 499,96 м<sup>2</sup>

Полезная площадь: 697,9 м<sup>2</sup>

Расчетная площадь: 498,2 м<sup>2</sup>

Строительный объем: 3321,42 м<sup>3</sup>

## 2 Конструктивный раздел

### 2.1 Конструктивное решение

Здание крематория запроектировано одноэтажное с подвальным этажом. Конструктивная схема здания - каркасная.  $L_1 \times L_2 = 21 \times 21$  - размеры здания в плане. Здание имеет плоскую кровлю, расщепленную металлическим куполом. Перекрытие – многослойные железобетонные плиты марок 1ПК

60-15, 1ПК 30-15, 1ПК 60-12, 1ПК 30-12 Схема расположения (рисунок 2.1, 2.2).

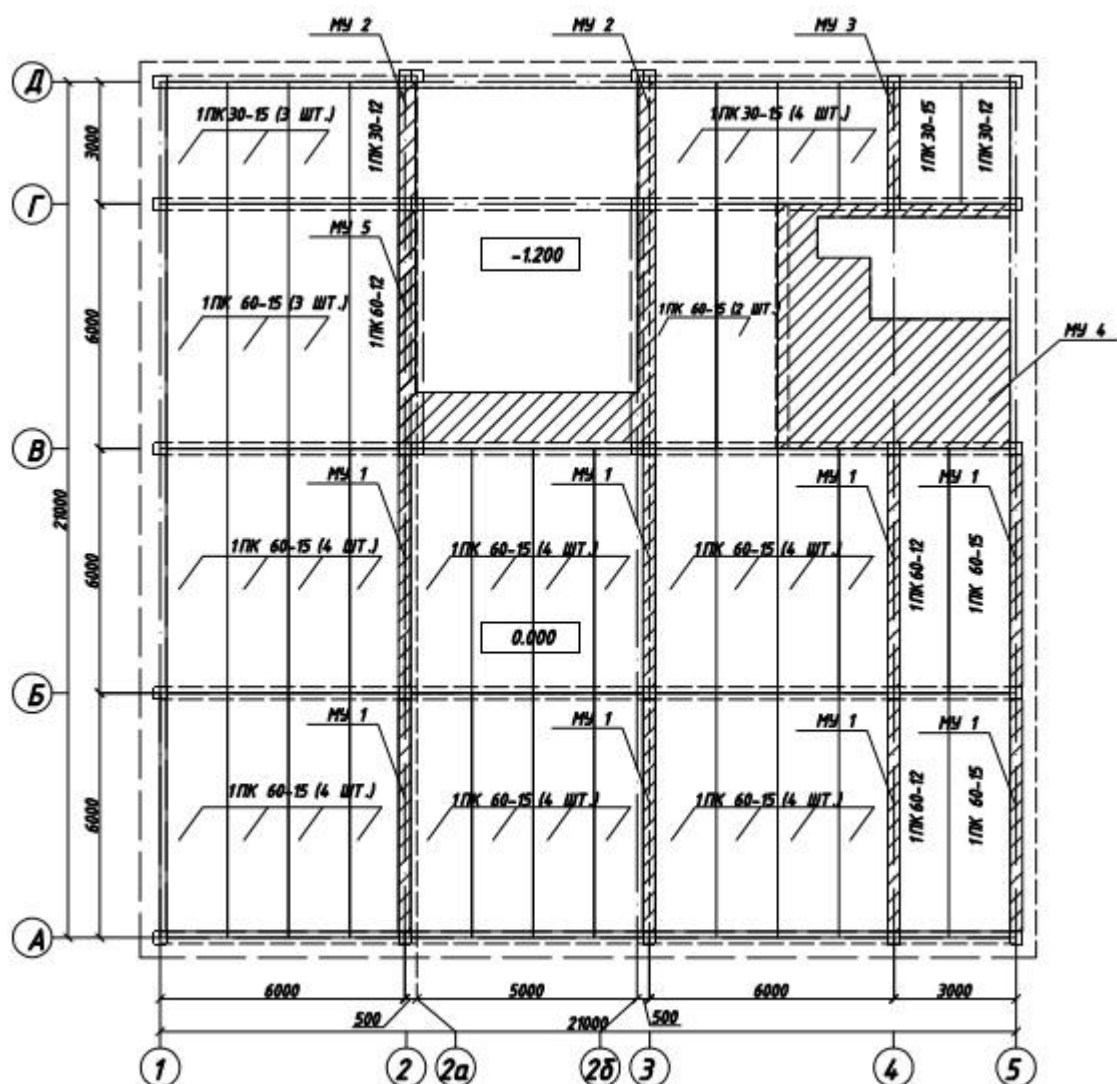


Рисунок 2.1 – Компоновка балочной клетки на отметке 0.000

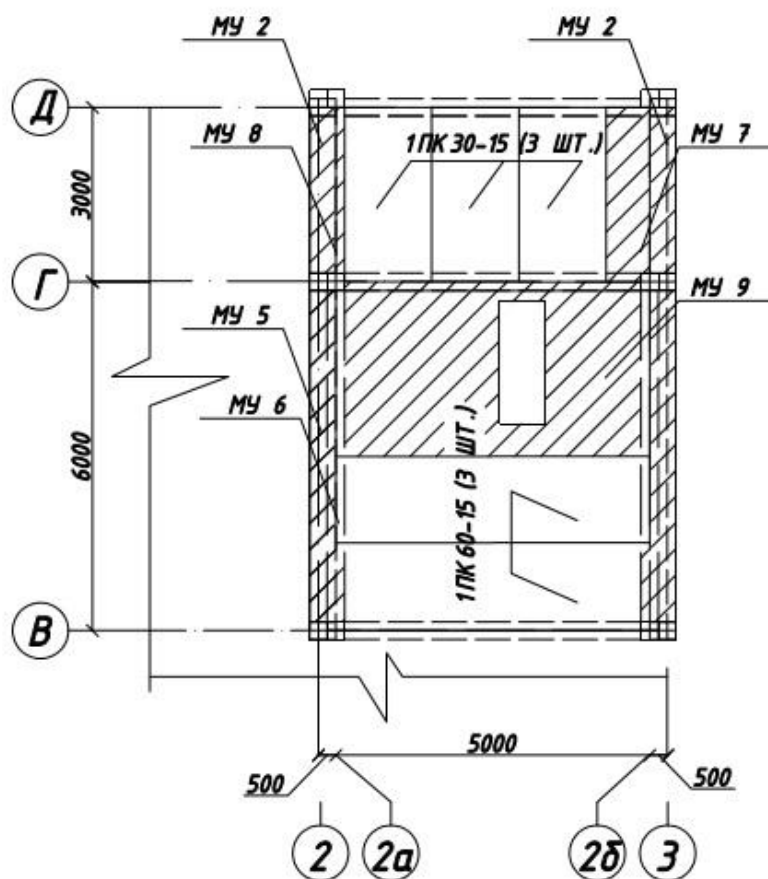


Рисунок 2.2 - Компонировка балочной клетки на отметке -1.200

Проверим несущую способность плиты марки 1ПК 60-15, арматура  $4\varnothing 12$  А 800, проволока  $\varnothing 6$  Вр 500,  $A_s = 4,52 \text{ см}^2$  по I и II группе предельных состояний. (согласно п. 6.2.4) [7]

## 2.2. Назначение характеристик бетона и арматуры

Тяжелый бетон, класса В 20 [7]

$R_b = 11,5 \text{ МПа}$  – расчетное сопротивление бетона осевому сжатию (призменная прочность) для расчета конструкций по I группе предельных состояний (табл. 6.8 [7]);

$R_{bt} = 0,90 \text{ МПа}$  – расчетное сопротивление бетона осевому растяжению для расчета конструкций по I группе предельных состояний (табл. 6.8 [7]);

$R_{b,tn} = R_{b,ser} = 1,35 \text{ МПа}$  – нормативное сопротивление бетона осевому растяжению  $R_{b,tn}$  и расчетное сопротивление бетона  $R_{b,ser}$  для расчета конструкций по II группе предельных состояний (табл. 6.7 [7]);

$E_b = 27,5 \cdot 10^3 \text{ МПа}$  – начальный модуль упругости бетона при сжатии и растяжении (табл. 6.11 [7]);

$R_{bn} = R_{b,ser} = 15$  МПа – нормативное сопротивление бетона осевому сжатию  $R_{bn}$  и расчетное сопротивление бетона для предельных состояний II группы  $R_{b,ser}$  (табл. 6.7 [7]);

$R_{bp} = 0,8 \cdot B = 0,8 \cdot 20 = 16$  МПа – передаточная прочность бетона (п. 1.6.5 [7]). Передаточная прочность бетона  $R_{bp}$  устанавливается так, чтобы при обжатии отношение напряжений  $\sigma_{bp}/R_{bp} \leq 0$ ;

Коэффициент условия работы бетона принимается  $\gamma_{b9} = 0,9$  (п.6.1.12[7]).

Характеристика прочности - бетон класса В50 [7]

$R_{bn} = R_{b,ser} = 15$  МПа – нормативное сопротивление бетона осевому сжатию  $R_{bn}$  и расчетное сопротивление бетона для предельных состояний II группы  $R_{b,ser}$  (табл. 6.7 [7]);

$R_{btn} = R_{bt,ser} = 1,35$  МПа – нормативное сопротивление бетона осевому растяжению  $R_{btn}$  и расчетное сопротивление бетона  $R_{bt,ser}$  для расчета конструкций по II группе предельных состояний (табл.6.7 [7]);

$R_b = 27,5$  МПа – расчетное сопротивление бетона осевому сжатию (призменная прочность) для расчета конструкций по I группе предельных состояний (табл. 6.8 [7]);

$R_{bt} = 1,60$  МПа – расчетное сопротивление бетона осевому растяжению для расчета конструкций по I группе предельных состояний (табл. 6.8 [7]);

$E_b = 27,5 \cdot 10^3$  МПа – начальный модуль упругости бетона при сжатии и растяжении (табл. 6.11 [7]);

$R_{bp} = 0,8 \cdot B = 0,8 \cdot 50 = 40$  МПа – передаточная прочность бетона (п. 1.6.5 [7]). Передаточная прочность бетона  $R_{bp}$  устанавливается так, чтобы при обжатии отношение напряжений  $\sigma_{bp}/R_{bp} \leq 0$ ;

Коэффициент условия работы бетона принимается  $\gamma_{b9} = 0,9$  (п.6.1.12[7]).

Характеристики прочности арматуры класса А800 [7]

$R_{sn}=800$  МПа (таблица 6.13) [7] –расчетное сопротивление для расчета по второй группе предельных состояний;

$R_s=695$ МПа (таблица 6.14) [7] –расчетное сопротивление арматуры растяжению для I группы предельных состояний;

$E_s=2 \cdot 10^5$ МПа (п. 6.2.12) [7] –модуль упругости арматуры;

$R_{sc}=500$  МПа (таблица 6.14) [7] – расчетное сопротивление сжатию арматуры, для расчета сжатой зоны железобетона, для расчета по I группе предельных состояний.

Характеристики прочности арматуры класса Вр 500 [7]

$R_{sn}=500$  МПа (таблица 6.13) [7] –расчетное сопротивление для расчета по второй группе предельных состояний;

$R_s=415\text{МПа}$  (таблица 6.14) [7] –расчетное сопротивление арматуры растяжению для I группы предельных состояний;

$E_s=2 \cdot 10^5\text{МПа}$  (таблица 17) [7] –модуль упругости арматуры.

$R_{sc}=390\text{ МПа}$  (таблица 6.14) [7] – расчетное сопротивление сжатию арматуры, для расчета сжатой зоны железобетона, для расчета по I группе предельных состояний.

### 2.3 Определение расчетного пролета, нагрузок, усилий

Для установления расчетного пролета плиты предварительно задаемся размерами сечения ригеля:  $h_p = (\frac{1}{12} \div \frac{1}{15}) l_p = \frac{1}{15} * 6 = 0,4\text{ м} = 40\text{ см}$  (2.1)

$b = 30\text{ см}$

$l_0 = 1 - b/2 = 6 - 0,3/2 = 5,85\text{ м}$  (2.2)

Подсчет нагрузок на  $1\text{ м}^2$  перекрытия приведен в табл. 2.1

Таблица 2.1 - Нормативные и расчетные нагрузки на  $1\text{ м}^2$  перекрытия

Нагрузка	Норм. нагрузка $H/\text{м}^2, q^n =$ $V * \rho$	Коэф. надежности по нагрузке $\gamma_f > 1$ . Табл.1 [9]	Расчетная нагрузка $H/\text{м}^2,$ $q^n * \gamma_f = q^p$
Постоянная:			
От собств. веса плиты	3000	1,1 (табл.1 [9])	3300
То же самое цем.раствора $\delta = 60$ мм ( $\rho = 2200\text{ кг/м}^2$ ) [16]	1320	1,3 (табл.1 [9])	1716
То же самое керам.плиток $\delta = 20$ мм ( $\rho = 1800\text{ кг/м}^2$ ) [16]	360	1,1 (табл.1 [9])	396
Итого:	4680		5412
Временная:	3000	1,2	3600



В том числе			
Длительная 55%	1650	1,2	1980
Кратковременная 45%	1350	1,2	1620
Полная нагрузка:			
В том числе			
Постоянная (3680 Н/м <sup>2</sup> )	7680	-	9012
Длительная (1650 Н/м <sup>2</sup> )	6330	-	-
Кратковременная (1350 Н/м <sup>2</sup> )	1350	-	-

Расчетная нагрузка на 1 м длины при ширине плиты 1,5 м с учетом коэффициента надежности по назначению здания  $\gamma_n = 0,95$ ;

$$\text{Постоянная нагрузка: } g = 5,412 \cdot 1,5 \cdot 0,95 = 7,71 \text{ кН/м;} \quad (2.3)$$

$$\text{Временная нагрузка: } 3,6 \cdot 1,5 \cdot 0,95 = 5,13 \text{ кН/м;} \quad (2.4)$$

$$\text{Полная нагрузка: } g+V = 9,012 \cdot 1,5 \cdot 0,95 = 12,84 \text{ кН/м} \quad (2.5)$$

Нормативная нагрузка на 1 м :

$$\text{Постоянная: } g = 4,68 \cdot 1,5 \cdot 0,95 = 6,67 \text{ кН/м;} \quad (2.6)$$

$$\text{Полная } g+V = 7,68 \cdot 1,5 \cdot 0,95 = 10,94 \text{ кН/м;} \quad (2.7)$$

$$\text{Постоянная и длительная: } 6,33 \cdot 1,5 \cdot 0,95 = 9,02 \text{ кН/м.} \quad (2.8)$$

Усилия от расчетных и нормативных нагрузок.

$$\text{От расчетной нагрузки : } M = \frac{q^p + l_0^2}{8} = \frac{12840 \cdot 5,88^2}{8} = 55,49 \text{ кН*м;} \quad (2.9)$$

$$Q = \frac{q^p \cdot l_0}{2} = \frac{12840 \cdot 5,88}{2} = 37,75 \text{ кН;} \quad (2.10)$$

$$\text{От нормативной полной нагрузки: } M = \frac{q^n + l_0^2}{8} = \frac{10,94 \cdot 5,88^2}{8} = 47,28 \text{ кН*м} \quad (2.16)$$

$$Q = \frac{q^n \cdot l_0}{2} = \frac{10,94 \cdot 5,88}{2} = 32,16 \text{ кН} \quad (2.11)$$

От нормативной постоянной и длительной нагрузок :

$$M = \frac{9,02 \cdot 5,88^2}{8} = 38,98 \text{ кН*м} \quad (2.12)$$

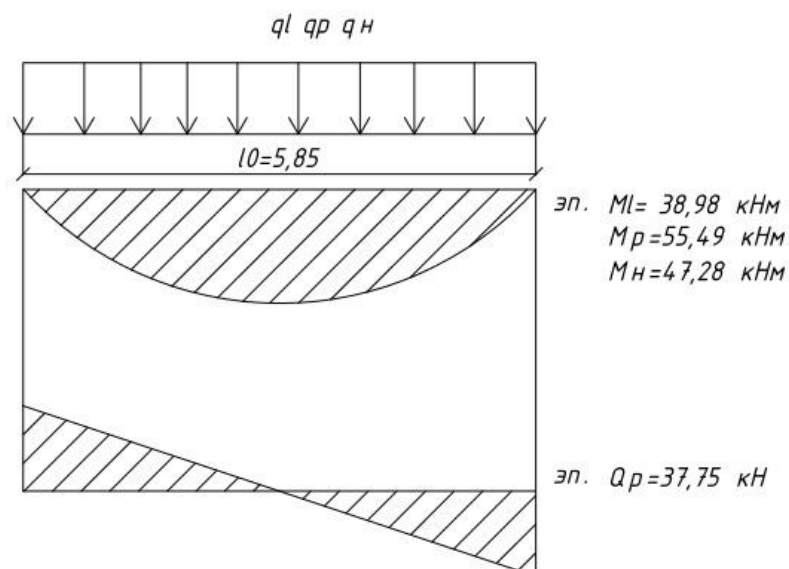


Рисунок 2.3- Эпюра моментов и поперечных сил в плите

2.4 Расчет прочности плиты по сечению, к продольной оси. Расчет по несущей способности. Расчет по первой группе предельного состояния

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b_f' \cdot h_0^2} \quad (2.13)$$

$M = 55,49$  кН/м- расчетный момент (Рисунок 2.8)

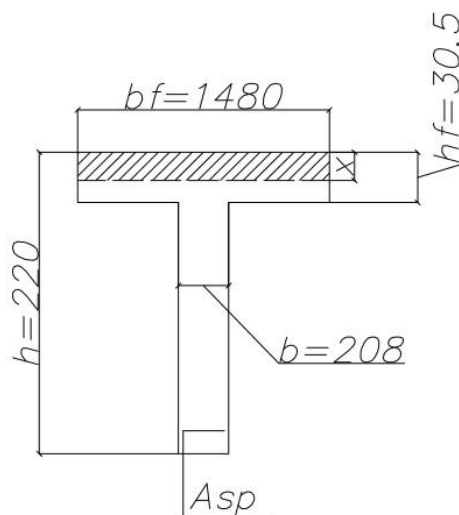


Рисунок 2.4 – Тавровое сечение с полкой в сжатой зоне

$R_b$ -сопротивления бетона осевому сжатию;  $R_b = 27,5$  МПа

$b'_f$  - ширина полки в сжатой зоне бетона

$h_0^2$  - рабочая высота сечения

$$\alpha_m = \frac{5549000}{148 \cdot 0,9 \cdot 27,5 \cdot 18^2 \cdot 100} = 0,04$$

Находим  $\xi = 0,04, \zeta = 0,98$  по таблице 3.1 [10]

$$X = \xi \cdot h_0 = 0,04 \cdot 18 = 0,72 \quad (2.14)$$

$0,72 < 3$  см - нейтральная ось проходит пределах сжатой полки.

Характеристики сжатой зоны  $\omega = 0,85 - 0,008 R_b = 0,85 - 0,008 \cdot 27,5 = 0,63$

(2.21)

Граничная высота сжатой зоны:

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{SR}}{500} + 1 - \frac{\omega}{1,1}} = \frac{0,63}{1 + \frac{95}{500} + 1 - \frac{0,63}{1,1}} = 0,63 \quad (2.15)$$

$$\sigma_{SR} = R_s - \sigma_{SP} = 695 - 0,75 \cdot 800 = 95 \text{ МПа} \quad (2.16)$$

Коэффициент условий работы, учитывающий сопротивление напрягаемой арматуры выше условного предела текучести, находится по формуле:

$$\gamma_{s6} = \mu - \mu - 1 \cdot \frac{2\xi}{\xi_R} - 1 = 1,15 - 1,15 - 1 \cdot 2 \cdot \frac{0,04}{0,63} - 1 = 1,02$$

(2.24), где  $\mu = 1,15$  - коэффициент надежности по арматуре для предельных состояний первой группы (п. 6.2.8) [7]

$$\gamma_{s6} = \eta, \gamma_{s6} = \eta = 1,15$$

Вывод : Условие прочности соблюдается.

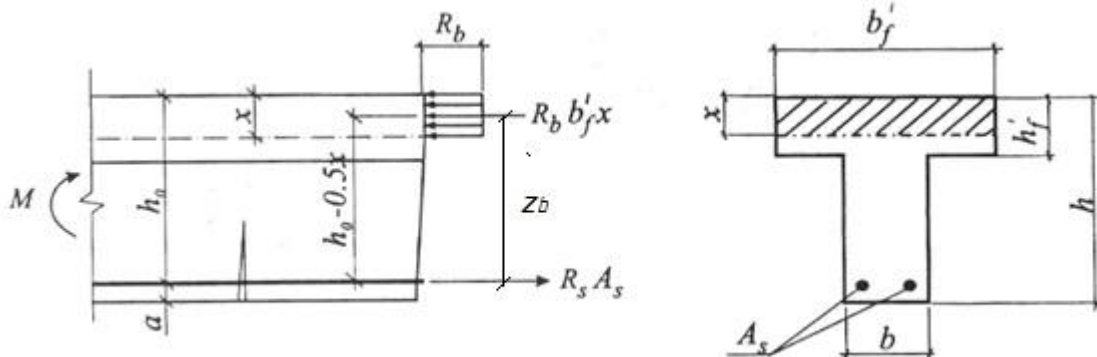


Рисунок 2.5 – Схема прохождения нейтральной оси в сжатой зоне

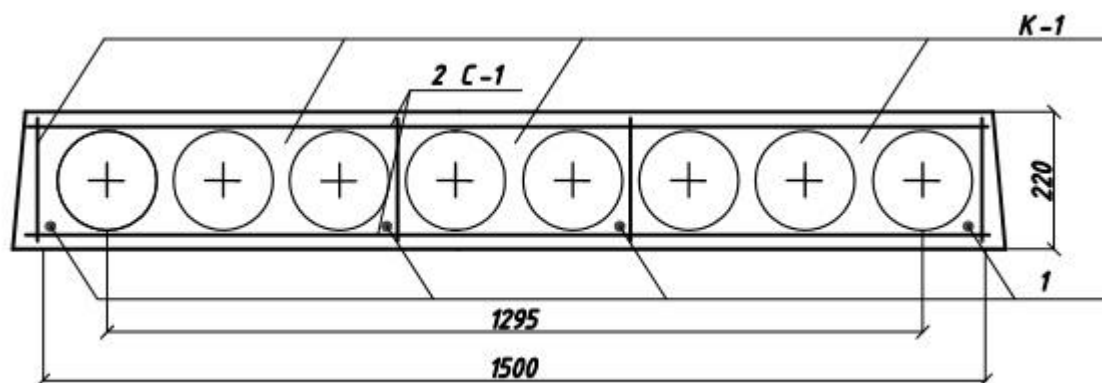


Рисунок 2.6 – Схема армирования плиты

## 2.5 Расчет прочности плиты по сечению, наклонному к продольной

оси.

Разрушение изгибаемого элемента по наклонному сечению происходит вследствие одновременного действия на него поперечных сил и изгибающих моментов. В соответствии с этим воздействием развивается внутренние усилия в бетоне сжатой зоны над наклонной трещиной и осевые усилия в арматуре, пересекаемой наклонной трещиной.

Проверяем условие:

$$2,5 \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0 = 2,5 \cdot 0,90 \cdot 208 \cdot 180 = 84,24 \frac{\text{кН}}{\text{м}} \geq Q_p = 37,75 \text{ кН/м}, \quad (2.18)$$

т.е. , условие выполняется.

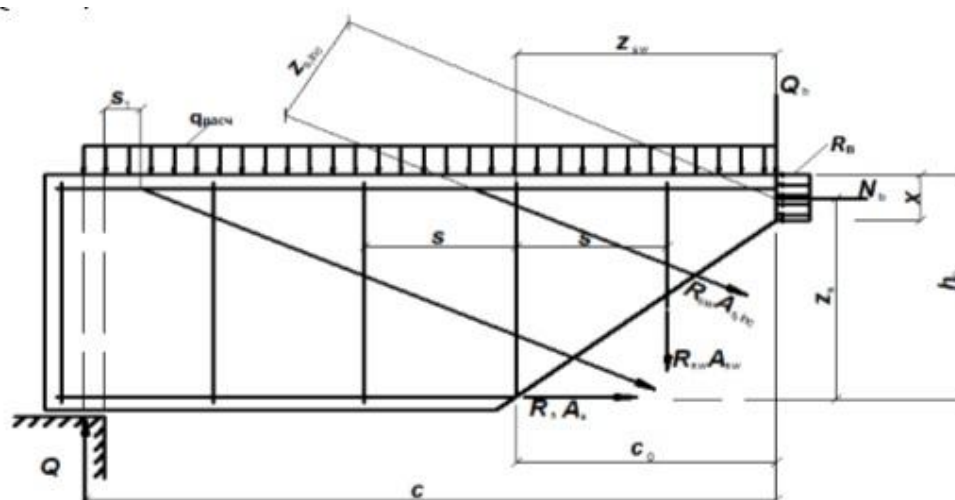


Рисунок 2.7 – Расчетная схема усилий в наклонном сечении

Усилия обжатия от растянутой продольной арматуры:

$$P = \sigma_{sp} \cdot A_{sp} - \sigma_{sp} \cdot A_{sp} - \sigma_s A_s - \sigma_s A_s \quad (2.19)$$

$$P = 600 * 3,935 - 32 * 4,52 - 168,68 * 4,52 = 145,4 \text{ кН}$$

$$\sigma_{sp} = 0,75 * R_{sn} = 0,75 * 800 = 600 \text{ МПа} \quad (2.20)$$

$$\sigma_s = 40 * 0,8 = 32 \text{ МПа} \quad (2.21)$$

$$R_{bp} = 0,8 * B = 0,8 * 50 = 40 \text{ МПа} \quad (2.22)$$

Определение коэффициентов  $\alpha$  и  $\beta$

$$\alpha = 0,25 + 0,025 * R_{bp} \leq 0,8 \Rightarrow \alpha = 0,25 + 0,025 * 16 = 0,65 \leq 0,8 - \text{условие} \\ (2.31) \text{ выполняется, принимаем } \alpha = 0,65.$$

$$\frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = 0,8 \quad (2.23)$$

$$1,1 \leq \beta = 5,25 - 0,185 * R_{bp} \leq 2,5 \quad (2.24)$$

$$1,1 \leq 5,25 - 0,185 * 20 \leq 2,5$$

$$1,1 \leq 1,55 \leq 2,5 - \text{условие выполняется, принимаем } \beta = 1,55.$$

$$\text{Т.к } \sigma_{вр}/R_{вр} = 0,8 > \alpha = 0,65, \text{ то } \sigma_s = 66 = 40\alpha + 85\beta * (\sigma_{вр}/R_{вр} - \alpha) = \\ 40 * 0,65 + 85 * 1,55 * (0,8 - 0,65) = 45,8 \text{ МПа (таблица 5 [7])} \quad (2.25) \\ \sigma_{sp} = \sigma_6 + \sigma_8 + \sigma_9 = 45,8 + 40 + 82,88 = 168,68 \text{ МПа,}$$

$$\text{где } \sigma_6, \sigma_8, \sigma_9 - \text{потери от быстронатекающей ползучести, от усадки} \\ \text{бетона и от ползучести бетона:} \quad (2.35) \\ \sigma_6 = 45,8 \text{ МПа; } \sigma_8 = 40 \text{ МПа (бетон естественного твердения, класса В20);} \\ \text{т.к } \sigma_{вр}/R_{вр} = 0,8 > 0,65, \text{ то } \sigma_9 = 300\alpha (\sigma_{вр}/R_{вр} - 0,375) = 300 * 0,65 * (0,8 - \\ 0,375) = 82,88 \text{ МПа}$$

Влияние усилия обжатия  $P = 145,4 \text{ кН}$  ( см. Расчет предварительных напряжений арматуры плит).

$$\varphi_n = \frac{0,1 * P}{R_{bt} * b * h_0} \quad (2.26)$$

$$\varphi_n = \frac{0,1 * 145400 * 10^3}{0,9 * 208 * 180} = 0,43 \leq 0,5$$

$$\text{Проверяем, требуется ли поперечная арматура по расчету. Условие:} \\ Q_{\max} = 37,75 * 103 \text{ Н} < 2,5 R_{bt} * b * h_0 = 2,5 * 0,9 * 0,9 * 20,8 * 18 * (100) = 75,82 * 10^3 \text{ Н} \\ - \text{удовлетворяется.} \quad (2.27)$$

$$\varphi_f = \frac{0,75 * (b'_f - b) * h'_f}{b * h_0} \leq 0,5 \quad (2.28)$$

$$b'_f \leq (b + 3 * h'_f) \Rightarrow (208 + 3 * 30,5) = 299,5 \Rightarrow 0,2995 \text{ мм} \quad (2.29)$$

$$1,480 \leq 0,2995 \text{ мм}$$

Вывод: условие не выполняется, принимаем  $b'_f = 0,2995$

$$\varphi_f = 0,75 * \frac{0,2995 - 0,208 * 0,0305}{0,208 * 0,19} = 0,05 \leq 0,5$$

Определяем значение  $M_b$  по формуле 3.46 [10]:

$$M_b = \varphi_{b2} * (1 + \varphi_f + \varphi_n) * R_{bt} * b * h_0^2 = 2 * (1 + 0,05 + 0,43) * 1,60 * 10^6 * 0,208 * 0,18^2 = 31,9 \text{ кН} \quad (2.40)$$

где  $\varphi_{b2}$  – коэффициент принимаемый по т. 3.2 [10];

$\varphi_f$  – коэффициент, учитывающий влияние сжатых полок в тавровых и двутавровых элементах;

$\varphi_n$  – коэффициент, учитывающий влияние продольных сил;

$R_{bt}$  – сопротивление бетона осевому растяжению 1 группы предельных состояний т. 6.8 [7];

$b$  – толщина ребра по первой группе предельных состояний;

$h_0$  – рабочая высота сечения.

Вычисляем проекцию наклонного сечения

$$C = \frac{M_b}{0,5 * Q}, \text{ где } Q = 37,75 \text{ кН} \quad (2.30)$$

$$C = \frac{31,9}{0,5 * 37,75} = 1,69 \text{ м}$$

Проверяем условие согласно п. 3.31\*[1]:

$$c \leq 2 * h_0 \quad (2.31)$$

$$c \leq 2 * 0,18 = 0,36 \text{ — условие не выполняется, следовательно } c = 0,36$$

$$Q_b = Q_{sw} = \frac{Q}{2} = \frac{37,75}{2} = 18,86 \text{ кН} \quad (2.32)$$

$$Q_b = \frac{M_b}{c} = \frac{31,9}{1,69} = 18,88 \text{ кН} \geq Q = 18,86 \text{ кН} \quad (2.33)$$

Вывод: Условие  $Q_b = 18,88 \text{ кН} > Q_{\max} = 18,86 \text{ кН}$  удовлетворяется. Из этого следует, что поперечную арматуру ставим конструктивно.

## 2.6 Проверка прочности плиты по предельным состояниям II группы.

Целью проверки прочности плиты является определение возможности образования и раскрытия трещин в нижней полке двутавровой балки. Круглые пустоты заменяются на эквивалентные со стороной  $0,9d$ . Следовательно, меняют и геометрические размеры сечения.

$$h = 0,9d = 0,9 \cdot 159 = 143,1 \text{ мм} = 14,31 \text{ см} \quad (2.34)$$

$$\text{Толщина полок : } hf = h'f = (h_{пл} - h)/2 = (22 - 14,31)/2 = 3,845 \text{ см} = 38,45 \text{ мм} \quad (2.46)$$

$$\text{Ширина ребер : } b = b'f - \text{потв} \cdot h = 148 - 8 \cdot 14,31 = 33,52 \text{ см} \quad (2.35)$$

$$\text{Ширина пустот: } 148 - 33,52 = 114,48 \text{ мм}$$

Определение геометрических характеристик приведенного сечения:

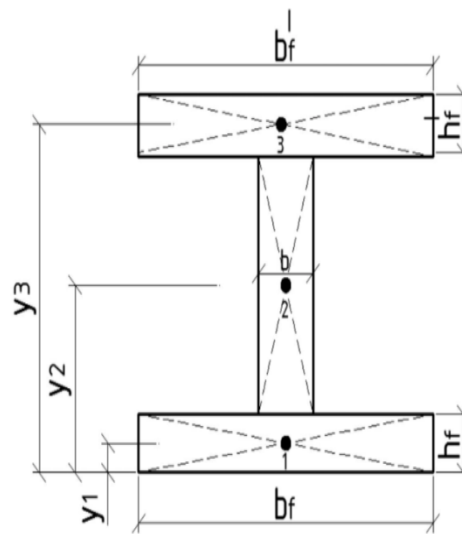


Рисунок 2.8 - Приведенное сечение пустотной плиты

Площадь приведенного сечения:

$$A_{red} = A + \alpha \cdot A_{sp} = 148 \cdot 3,85 + 33,52 \cdot (22 - (3,85 + 3,85)) + 33,52 \cdot 3,85 + 7,27 \cdot 3,935 = 1090,66 \cdot 10^2 \text{ мм}^2 \quad (2.36)$$

$$\text{где } \alpha = E_s / E_b = 200000 / 27500 = 7,27. \quad (2.37)$$

Статический момент сечения относительно нижней грани расчетного сечения

$$S_{red} = 148 \cdot 3,85 \cdot 3,85 / 2 + 33,52 \cdot (22 - 2 \cdot 3,85) \cdot 22 / 2 + (148 \cdot 3,85) \cdot (22 - 3,85 / 2) + 7,27 \cdot 3,935 \cdot 37,75 = 1409,48 \cdot 10^4 \text{ мм}^3 \quad (2.38)$$

Расстояние от нижней грани до центра тяжести приведенного сечения

$$y_0 = S_{red} / A_{red} = 1409,48 \cdot 10^4 / 1090,66 \cdot 10^2 = 12,92 \text{ мм}, \quad h - y_0 = 22 - 12,92 = 9,08 \text{ см}. \quad (2.39)$$

Момент инерции приведенного сечения:

$$I_{red} = I + \alpha * A_{sp} * y^2 \quad (2.40)$$

$$I_{red} = (148 * \frac{3,85^3}{2} + 148 * 3,85 * 9,08 - 1,925^2) + 33,52(22 - 2 * 3,85)(9,08 - \frac{22 - 2 * 3,85}{2})^2 + \frac{33,52 * 3,85^3}{2} + 33,52 * 3,85 * (9,08 - 22 - 1,925)^2 + 7,27 * 3,935 * (9,08 - 37,75)^2 = 42999,6 \text{ см}^4$$

Момент сопротивления по нижним и верхним граням:

$$W_{red}^{int} = \frac{I_{red}}{y_0} = \frac{42999,6}{9,08} = 4735,64 \text{ см} \quad (2.41)$$

$$W_{red}^{cup} = \frac{I_{red}}{h - y_0} = \frac{42999,6}{5,23} = 8221,72 \text{ см} \quad (2.42)$$

Расстояние от центра тяжести до ядровых точек:

а) до верхней:

$$r^B = \varphi * \frac{W_{red}^H}{A_{red}}, \quad (2.43)$$

$$\text{где } \varphi = 1,6 - \frac{\sigma_{bp}}{R_{b,ser}}, \quad (2.44)$$

принимается не менее 0,7 и не более 1,0.

$$\varphi = 1,6 - 0,8 = 0,8$$

$$r^B = 0,8 * \frac{4735,64}{1090,66} = 3,47 \text{ см}$$

б) до нижней:

$$r^H = \varphi * \frac{W_{red}^B}{A_{red}} = 0,8 * \frac{8221,72}{1090,66} = 6,03 \text{ см} \quad (2.45)$$

Упругопластический момент сопротивления приведенного сечения по верхней и нижней граням:

$$W_{pl}^H = \gamma * W_{red}^H = 1,5 * 4735,64 = 7103,46 \text{ см}^3 \quad (2.46)$$

$$W_{pl}^B = \gamma * W_{red}^B = 1,5 * 8221,72 = 12332,58 \text{ см}^3 \quad (2.47)$$

## 2.7 Потери предварительно напряженной арматуры.

Начальное предварительное напряжение в арматуре не остаётся постоянными, с течением времени они уменьшаются. Различают первые потери предварительного напряжения в арматуре, происходящие при изготовлении элемента и обжатия бетона, и вторые потери, происходящие после обжатия бетона.

При механическом способе натяжения высокопрочной арматурной проволоки и канатов:

$$\sigma_1 = 0,1 * \sigma_{sp} - 20 = 0,1 * 600 - 20 = 40 \text{ МПа} \quad (2.48)$$

Потери от температурного перепада, т.е. от разности температуры натянутой арматуры и устройств, воспринимающих усилие натяжения при пропаривании или прогреве бетона:



$$\sigma_2 = 0 \text{ МПа}$$

Потери от деформации анкеров, расположенных у натяжных устройств, вследствие обжата шайб, смятия высаженных головок, смещения стержней в зажимах или захватах при механическом натяжении на упоры:

$$\sigma_3 = \frac{\Delta l}{l} \cdot E_s, \quad (2.49)$$

где  $\Delta l$  – смещения стержней в инвентарных зажимах;

$l$  – длина натягивающего стержня;

$E_s$  – модуль упругости арматуры;  $E_s = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$  п.6.2.12 [3]

$$\sigma_3 = \frac{2,45}{5850} \cdot 2 \cdot 10^5 = 83,76 \text{ МПа}$$

Определение смещения стержней в инвентарных зажимах:

$$\Delta l = 1,25 + 0,15 \cdot d = 1,25 + 0,15 \cdot 8 = 2,45 \text{ мм} \quad (2.50)$$

Потери от трения арматуры:

$$\sigma_4 = 0 \text{ МПа}$$

Потери от деформации стальных форм при изготовлении предварительно напряженных элементов с натяжением арматуры домкратами:

$$\sigma_5 = 30 \text{ МПа}$$

Потери от быстронатекающей ползучести бетона зависят от условий твердения, уровня напряжений и класса бетона; развиваются они при обжате и в первые два- три часа после обжата.

$$\sigma_6 = 40 \frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = 32 \text{ МПа} \quad (2.51)$$

Усилие обжата:

$$P_1 = A_s \cdot (\sigma_{sp} - \sigma_1) = 4,52 \cdot (600 - 40) \cdot 100 = 253 \, 120 \text{ Н} \quad (2.52)$$

Эксцентриситет этого усилия относительно центра тяжести приведенного сечения  $e_{op} = y_0 - a = 9,08 - 3 = 6,08 \text{ см}$  (2.53)

Потери от релаксации напряжений в арматуре при натяжении на бетон высокопрочной арматурной проволоки и стержневой арматуры принимаются такими же, как и при натяжении на упоры:

$$\sigma_7 = \sigma_1 = 40 \text{ МПа}$$

Потери усадки бетона и соответствующего укорочения элемента зависят от вида бетона, способа натяжения арматуры, условий твердения, принимаем:

$$\sigma_8 = 60 \text{ МПа}$$

Напряжение в бетоне при обжате:

$$\sigma_{bp} = \frac{P_1}{A_{red}} + \frac{P_1 \cdot e_{op} \cdot y_0}{I_{red}} \quad (2.54)$$

где  $P_1$  – усилие обжатия;  
 $e_{op}$  – эксцентриситет усилия относительно;  
 $A_{red}$  – площадь сечения;  
 $I_{red}$  – момент инерции приведенного сечения.

$$\sigma_{bp} = \frac{253\,120}{1090,66} + \frac{253\,120 \cdot 0,0608 \cdot 0,0908}{42999,6} = 2,32 \text{ МПа}$$

Нахожу передаточную прочность  $R_{bp}$ :

$$R_{bp} = \frac{\sigma_{bp}}{0,75} \leq 11 \text{ МПа} \quad (2.55)$$

$$R_{bp} = \frac{2,32}{0,75} = 3,09 \text{ МПа} \leq 11 \text{ МПа} \Rightarrow R_{bp} = 0,5 \cdot B50 = 25 \text{ МПа}$$

Принимаю:

$$\frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = \frac{2,32}{25} = 0,0928 < \alpha = 0,8, \text{ принимаем } \frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} = 0,0928, \text{ следовательно,}$$

потери

Определение первых потерь:

$$\sigma_{los1} = \sigma_1 + \sigma_3 + \sigma_5 + \sigma_6, \quad (2.56)$$

$$\sigma_{los1} = 40 + 83,76 + 30 + 32 = 185,76 \text{ МПа}$$

Потери от релаксации поперечной арматуры:  $\sigma_7 = \sigma_1 = 40 \text{ МПа}$ .

Потери от усадки бетона:  $\sigma_8 = 60 \text{ МПа}$ .

Потери от ползучести бетона зависят от вида бетона, условий твердения, уровня напряжений.

$$\sigma_9 = 150 \cdot \alpha \cdot \frac{\sigma_{bp}}{R_{bp}} \quad (2.57)$$

$$\sigma_9 = 150 \cdot 1 \cdot 0,0928 = 13,92 \text{ МПа}$$

Потери от смятия бетона под витками спиральной или кольцевой арматуры:  $\sigma_{10} = 0$ .

Потери от деформации обжатия стыков между блоками:  $\sigma_{11} = 0$ .

Определение усилия обжатия:

$$P_2 = A_s \cdot (\sigma_{sp} - \sigma_{los1}), \quad (2.58)$$

где  $A_s$  – сечение арматуры;

$\sigma_{sp}$  – величина преднапряжения ;

$\sigma_{los1}$  – первые потери;

$$P_2 = 4,52 \cdot 600 - 185,76 \cdot 100 = 187,24 \text{ кН}$$

Определение напряжения в бетоне при обжатии:

$$\sigma_{bp} = \frac{P_2}{A_{red}} + \frac{P_2 \cdot e_{op} \cdot \gamma_0}{I_{red}}, \quad (2.59)$$

где  $P_2$  – усилие обжатия;

$e_{op}$  – эксцентриситет усилия относительно

$A_{red}$  – площадь сечения;

$I_{red}$  – момент инерции приведенного сечения;

$$\sigma_{bp} = \left( \frac{187240}{1090,66} + \frac{187240 \cdot 6,08 \cdot 9,08}{42999,66} \right) / 100 = 4,12 \text{ МПа}$$

Определение вторых потерь:

$$\sigma_{los2} = \sigma_8 + \sigma_9, \quad (2.60)$$
$$\sigma_{los2} = 60 + 13,92 = 73,92 \text{ МПа}$$

Определение полных потерь:

$$\sigma_{los} = \sigma_{los1} + \sigma_{los2}, \quad (2.61)$$
$$\sigma_{los} = 185,76 + 73,92 = 259,68 \text{ МПа}$$

Определение усилий обжатия с учетом полных потерь:

$$P = A_s \cdot (\sigma_{sp} - \sigma_{los}), \quad (2.62)$$

где  $A_s$  – сечение арматуры;

$\sigma_{sp}$  – величина преднапряжения;

$\sigma_{los}$  – первые потери;

$$P = 4,52 \cdot 600 - 259,68 \cdot 100 = 153,82 \text{ кН}$$

## 2.8 Расчет по образованию трещин

Данный расчет выполняют для выяснения необходимости проверки по раскрытию трещин. Таким образом для элементов, к которым предъявляется требование третьей категории, принимают значение коэффициентов надежности по нагрузке  $\gamma_f = 1$  т.7.1 [9],  $M = 47,28 \text{ кНм}$  – от полной нагрузки.

Определение ядрового момента усилия обжатия:

$$M_{rp} = P \cdot (e_{op} + r), \quad (2.63)$$

где  $P$  – усилие обжатия;

$e_{op}$  – эксцентриситет усилия относительно центра тяжести;

$r$  – расстояние от ядровой точки, наиболее удаленной от растянутой зоны;

$$M_{rp} = 153,82 \cdot 6,08 + 6,03 = 18,62 \text{ кНм}$$

Определение момента образования трещин:

$$M_{crc} = R_{btser} \cdot W_{pl}^n + M_{rp}, \quad (2.64)$$

где  $R_{bt,ser}$  – сопротивление бетона осевому сжатию по II группе предельных состояний т.6.7[7];

$W_{pl}^n$  – упругопластичный момент;

$M_{rp}$  – момент усилия обжатия относительно оси, проходящей через ядровую точку;

$$M_{crc} = 2,45 \cdot 12332,58 + 18,62 = 48,83 \text{ кНм}$$

Проверка условия раскрытия трещин:

$$47,28 < M_{crc} = 48,83 \text{ кНм}$$

Вывод: В данном случае условие выполняется, можно не выполнять расчет по раскрытию трещин.

## 2.9 Расчет прогиба плиты

Прогиб определяют от постоянной и длительной нагрузок.

Предельный прогиб:

$$f = \frac{1}{200} = \frac{5,85}{200} = 0,0293 \text{ м} \quad (2.65)$$

На участках, где не образуются нормальные к продольной оси трещины, полная величина кривизны [10] :

$$\frac{1}{r_1} = \left(\frac{1}{r_1}\right) + \left(\frac{1}{r_2}\right) + \left(\frac{1}{r_3}\right) + \left(\frac{1}{r_4}\right) \quad (2.66)$$

где  $\left(\frac{1}{r_1}\right) + \left(\frac{1}{r_2}\right)$  - кривизна соответственно от кратковременных и от постоянных и длительных временных нагрузок (без учета усилия  $P$ ), определяемая по формулам:

$$\left(\frac{1}{r_1}\right) = \frac{M}{\varphi_{b1} E_b I_{red}} ;$$

$$\left(\frac{1}{r_2}\right) = \frac{M \varphi_{b2}}{\varphi_{b1} E_b I_{red}}$$

где  $M$  - момент от соответствующей внешней нагрузки (кратковременной, длительной) относительно оси, нормальной к плоскости действия изгибающего момента и проходящей через центр тяжести приведенного сечения;

$\varphi_{b1}$ -коэффициент, учитывающий влияние кратковременной ползучести бетона и принимаемый для тяжелого бетона  $\varphi_{b1} = 0,85$ ;

$\varphi_{b2}$ -коэффициент, учитывающий влияние длительной ползучести бетона на деформации элемента без трещин  $\varphi_{b2} = 1$  [7];

$\left(\frac{1}{r_3}\right)$  - кривизна, обусловленная выгибом элемента от кратковременного действия усилия предварительного обжатия  $P$  и определяемая по формуле :

$$\left(\frac{1}{r_3}\right) = \frac{P e_{op}}{\varphi_{b1} E_b I_{red}}$$

$\left(\frac{1}{r_4}\right)$  - кривизна, обусловленная выгибом элемента вследствие усадки и ползучести бетона от усилия предварительного обжатия и определяемая по формуле :

$$\left(\frac{1}{r_4}\right) = \frac{E_b - E_b'}{h_0}$$

, здесь  $E_b$ ,  $E_b'$  - относительные деформации бетона, вызванные его усадкой и ползучестью от усилия предварительного обжатия и

определяемые соответственно на уровне центра тяжести растянутой продольной арматуры и крайнего сжатого волокна бетона по формулам:

$$E_b = \frac{\sigma_b}{E_s}$$

$$E_{b'} = \frac{\sigma_{b'}}{E_s}$$

$$\left(\frac{1}{r_1}\right) = \frac{472800}{0,85 \cdot 42999,6 \cdot 100 \cdot 3 \cdot 10^4} = 0,000004 \text{ см}$$

$$\left(\frac{1}{r_2}\right) = \frac{472800 \cdot 1}{0,85 \cdot 42999,6 \cdot 100 \cdot 3 \cdot 10^4} = 0,000004 \text{ см}$$

$$\left(\frac{1}{r_3}\right) = \frac{145400 \cdot 6,08}{0,85 \cdot 42999,6 \cdot 100 \cdot 3 \cdot 10^4} = 0,0000008 \text{ см}$$

$$\left(\frac{1}{r_4}\right) = \frac{0,012984 - 0,003696}{200000} = 0,000000046 \text{ см}$$

$$\left(\frac{1}{r}\right) = (0,000004 + 0,000004 - 0,0000008 - 0,000000046) = 0,0000072 \text{ см}$$

Определяем прогиб:

$$f = \left(\frac{1}{r}\right) \cdot s \cdot l^2, \quad (2.67)$$

где s- коэффициент, который зависит от расчетной схемы элемента и вида нагрузки.

$$f = 0,0000072 \cdot \frac{5}{48} \cdot 5850^2 = 0,025 \text{ см} < 2,93 \text{ см}$$

Вывод: Условие выполняется.

## 2.10 Расчет центрально-сжатой монолитной колонны

Колонны здания сплошного прямоугольного сечения:  $b \times h = 250 \text{ мм} \times 250 \text{ мм}$ . Высота этажа - Нэт. = 3,6 м.

Грузовая площадь колонны при сетке колонн 6,0м  $\times$  6,0м:  $A = 6,0 \text{ м} \cdot 6,0 \text{ м} = 36 \text{ м}^2$ .

Рабочую высоту этажа определяем по формуле  $l_0 = 0,7 \cdot \text{Нэт}$ , (2.68), где Нэт- высота этажа.

$$l_0 = 0,7 \cdot 3,6 = 2,52 \text{ м}.$$

## 2.11 Характеристика бетона и арматуры

Тяжелый бетон, класса В 20 [7]

$R_b = 11,5$  МПа – расчетное сопротивление бетона осевому сжатию (призменная прочность) для расчета конструкций по I группе предельных состояний (табл. 6.8 [7]);

$R_{bt} = 0,90$  МПа – расчетное сопротивление бетона осевому растяжению для расчета конструкций по I группе предельных состояний (табл. 6.8 [7]);

$R_{b,ser} = 1,35$  МПа – нормативное сопротивление бетона осевому растяжению  $R_{b,ser}$  и расчетное сопротивление бетона  $R_{bt,ser}$  для расчета конструкций по II группе предельных состояний (табл. 6.7 [7]);

$E_b = 27,5 \cdot 10^3$  МПа – начальный модуль упругости бетона при сжатии и растяжении (табл. 6.11 [7]);

$R_{b,ser} = 15$  МПа – нормативное сопротивление бетона осевому сжатию  $R_{b,ser}$  и расчетное сопротивление бетона для предельных состояний II группы  $R_{b,ser}$  (табл. 6.7 [7]);

$R_{bp} = 0,8 \cdot B = 0,8 \cdot 20 = 16$  МПа – передаточная прочность бетона (п. 1.6.5 [7]). Передаточная прочность бетона  $R_{bp}$  устанавливается так, чтобы при обжатии отношение напряжений  $\sigma_{bp}/R_{bp} \leq 0$ ;

Коэффициент условия работы бетона принимается  $\gamma_{b9} = 0,9$  (п. 6.1.12 [7]).

Характеристики прочности арматуры класса A500

$R_{sn} = 500$  МПа (таблица 6.13) [7] – расчетное сопротивление для расчета по второй группе предельных состояний;

$R_s = 435$  МПа (таблица 6.14) [7] – расчетное сопротивление арматуры растяжению для I группы предельных состояний;

$E_s = 2 \cdot 10^5$  МПа (таблица 17) [7] – модуль упругости арматуры;

$R_{sc} = 435$  МПа (таблица 6.14) [7] – расчетное сопротивление сжатию арматуры, для расчета сжатой зоны железобетона, для расчета по I группе предельных состояний.

## 2.12 Выбор расчетной схемы. Определение нагрузок и усилий

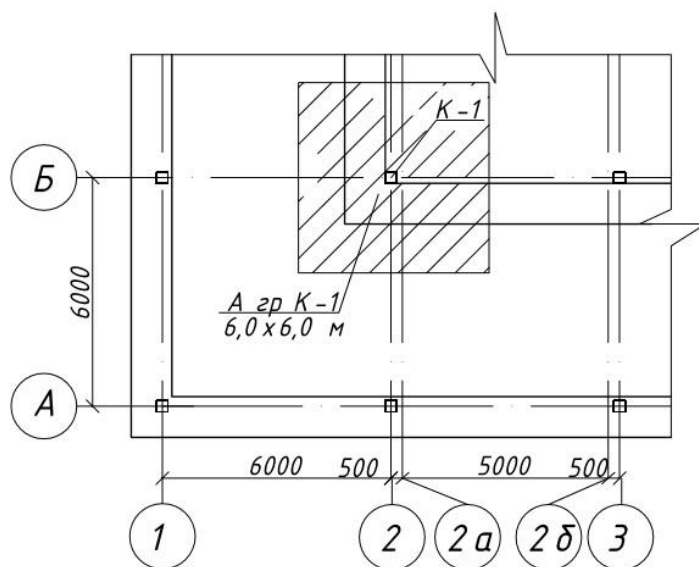


Рисунок 2.9 – Сбор нагрузок на центрально-сжатую колонну

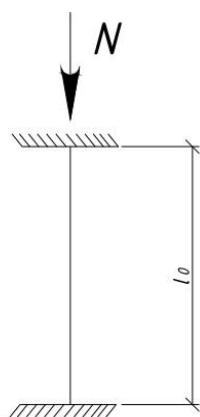


Рисунок 2.10 – Расчетная схема колонны

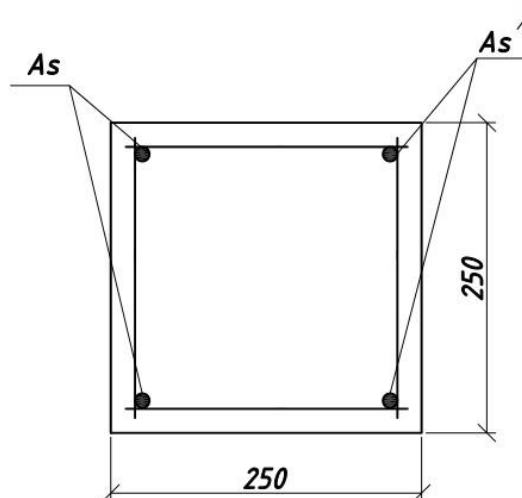


Рисунок 2.11 – Предварительное сечение колонны

Грузовая площадь от перекрытий и покрытий при сетке колонн 6×6 м равна 36 м<sup>2</sup>. Высота и ширина сечения ригеля

$$h = 0,1l = 0,1 \cdot 600 = 60 \text{ см} \quad (2.69)$$

$$b = 0,4h = 0,4 \cdot 60 = 24 \text{ см} \approx 25 \text{ см (кратно 5 см)}$$

Принимаю 30 см (п. III.1 [11]).

При этих размерах масса ригеля на 1 м длины составит:  $hb\rho = 0,6 \cdot 0,25 \cdot 2500 = 375 \text{ кг}$ , на 1 м<sup>2</sup> = 375/6 = 62,5.

Таблица 2.2 – Нормативные и расчетные нагрузки на 1 м<sup>2</sup> колонны

Нагрузки	Нормативная нагрузка, кН		Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетная нагрузка,кН
	На единицу площади, кН/м2	От грузовой площади, кН		
Постоянная				
От веса колонны сечением 250х250 мм	10,79	-	1,1 (табл.1 [9])	11,87
От веса ригеля	-	22,5	1,1(табл.1 [9])	24,75
От плит междуэтажных перекрытий δ=0,22 м (ρ=2500 кг/м3) [14]	5,5	297	1,2(табл.1 [9])	326,7
Утеплитель кровельный δ=0,15 м (ρ=180 кг/м3) [14]	0,27	4,86	1,3(табл.1 [9])	6,32
Цементно-песчаная стяжка δ= 0,05 м (ρ=2200 кг/м3) [14]	1,1	19,8	1,3(табл.1 [9])	25,74
От веса металлических конструкций купола (4*11,5*4,3+15,5*3,3)* (3*3)	-	30,44	1,1(табл.1 [9])	33,48
От веса покрытия купола (акриловое стекло) (1,5*89,29) * (3*3)	-	4,02	1,1(табл.1 [9])	4,42
Итого:	17,66	378,62	-	433,28
Временная				
Снеговая нагрузка	1,2	-	1,4	1,68



Итого:	1,2			1,68
Всего:	12,57			428,76

$S_0 = 0,7 \cdot c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g$  - нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия (п.10.1 [9]),

где  $c_e = 0,85$ - термический коэффициент, (п. 10.6 [9]) ;

$c_t = 1$  - термический коэффициент, (п. 10.10[9]) ;

$\mu = 1$  - коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие (п. 10.4 [9]) ;

$S_g = 1,2$  кПа - вес снегового покрова на  $1 \text{ м}^2$  горизонтальной поверхности земли (табл. 10.1 [9])

$$S_0 = 0,7 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 0,71 \text{ кН/м}^2$$

Определяем постоянную нагрузку, действующую на колонну:

$$N_{\text{пост}} = q_{\text{покрытия}} \cdot \gamma_n + q_{\text{перекр}} \cdot \gamma_n \cdot \left( \sum_{\text{эт}} A_{\text{гр}} - 1 \right) + b_k \cdot h_k \cdot H_{\text{эт}} \cdot n_{\text{эт}} \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n \cdot \rho + b_p \cdot h_p \cdot n_{\text{эт}} \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n \cdot \rho$$

$$= 190,44 + 237,6 + 0,25 \cdot 0,25 \cdot 3,6 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 0,95 \cdot 25 + 0,25 \cdot 0,3 \cdot 6 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 25 = 457,43 \text{ кН}$$

(2.70)

где,

$q_{\text{покрытия}}$  — постоянная нагрузка от покрытия

$\gamma_n$  — коэффициент надежности

$q_{\text{пер}}$  — постоянная нагрузка от перекрытия

$A_{\text{гр}}$  — грузовая площадь средней колонны

$b_k = \text{м}$  — ширина сечения колонны

$h_k = \text{м}$  — высота сечения колонны

$H_{\text{эт}} = \text{м}$  — высота этажа;

$n_{\text{эт}} =$  — количество этажей;

$\gamma_f$  — коэффициент надежности по нагрузке

$\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$  — плотность Ж/Б;

Определяем длительную нагрузку, действующую на колонну:

$$N_{\text{долг}} = v_{\text{дол}} \cdot \gamma_n \cdot A_{\text{гр}} \cdot \left( \sum_{\text{эт}} - 1 \right) \text{ где:}$$

$v_{\text{дол}}$  — расчетная временная длительная нагрузка, на  $1 \text{ м}^2$  перекрытия.

$$N_{\text{долг}} = 0,92 \cdot 0,95 \cdot 36 \cdot \left( \sum_{\text{эт}} - 1 \right) = 31,46 \text{ кН}$$

Определяем кратковременную нагрузку, действующую на колонну:

$$N_{кр} = \nu_{кр} \cdot \gamma_H \cdot A_{зр} \cdot (\zeta_{эт} - 1) \text{ где:}$$

$\nu_{кр}$  — расчетная кратковременная нагрузка, на  $1 \text{ м}^2$  перекрытия.

$$N_{кр} = 0,76 \cdot 0,95 \cdot 36 \cdot (1 - 1) = 26,0 \text{ кН}$$

Определяем снеговую нагрузку, действующую на колонну:

$$N_{снег} = \nu_{снег} \cdot \gamma_H \cdot A_{зр},$$

где  $\nu_{снег}$  — снеговая расчетная нагрузка, на  $1 \text{ м}^2$  перекрытия.

$$N_{снег} = 1,68 \cdot 0,95 \cdot 36$$

$$N_{снег} = 57,45 \text{ кН}$$

Определяем полное продольное усилие, приходящееся на среднюю колонну цокольного этажа:

$$N = N_{пост} + N_{лит} + N_{кр} + N_{снег} = 457,43 + 31,46 + 26,0 + 57,45 = 572,34 \text{ кН}.$$

В том числе длительно действующая нагрузка;

$$N = N_{пост} + N_{лит} = 457,43 + 31,46 = 488,89 \text{ кН}.$$

## 2.13 Расчет прочности колонны

Методика подбора сечений арматуры внецентренно-сжатой колонны осуществляется симметричной арматурой  $A_s = A'_s$ . Расчет выполняем по одной комбинации усилий. Рабочая высота сечения:

$$h_0 = h - a = 0,25 - 0,04 = 0,21 \text{ м};$$

Случайный эксцентриситет принимают максимальным из следующих условий (согласно п. 4.1 [10]):

$$ea = hc / 30 = 25/30 = 0,83 \text{ см}, \quad (2.71)$$

$$\text{а также не менее } l/600 = 3600/600 = 60 \text{ см}; \quad (2.72)$$

(согласно п. 4.1 [10])

Принимаем  $e_0 = 0,01 \text{ м}$ .

$$\delta = \frac{e_0}{h} = \frac{10}{250} = 0,04 < \delta_{min} = 0,39$$

$$\delta_{min} = 0,5 - 0,01 \cdot \frac{l_0}{h} - 0,01 \cdot R_b = 0,5 - 0,01 \cdot \frac{2520}{250} - 0,01 \cdot 0,115 = 0,39$$

Принимаем  $\delta = 0,39$

$$r = 0,289 \cdot h_k = 0,289 \cdot 0,25 = 0,072 \text{ м} \text{ — радиус ядра сечения};$$

При  $l_0 \leq 20 \cdot h_k$  сжатые элементы рассчитываются как внецентренно - сжатые со случайным эксцентриситетом по несущей способности,

$$l_0 = 3,6 \text{ м} \leq 20 \cdot h_k = 20 \cdot 0,25 = 5 \text{ м}$$

Проверяем условие прочности по формуле IV.2[11]

$$N \leq \eta \cdot \varphi [R_b \cdot A + R_{sc} \cdot (\zeta_s \cdot A'_s - \zeta_s)] \quad (2.73)$$

где  $\eta$  — коэффициент условия работы;

$$\eta = 1 \text{ при } h > 0,2 \text{ м}.$$

$\varphi$  — коэффициент, учитывающий длительность загрузки, гибкость и характер армирования элемента, определяемый по формуле IV.3[11]:

$$\varphi = \varphi_b + \frac{2(\varphi_r - \varphi_b) \cdot R_{sc} (A_s + A')}{R_b A}, \quad (2.74)$$

где:  $A = b \cdot h$  — площадь сечения элемента;

$\varphi_b$  и  $\varphi_r$  принимаем по табл. IV.1[11] в зависимости от отношения  $\frac{l_0}{h} = \frac{3,6}{0,25} = 14,4$  и  $\frac{N_{dl}}{N} = \frac{488,89}{572,34} = 0,85$ ,  $\varphi_b = 0,842$ ,  $\varphi_r = 0,864$  получаем по интерполяции.

где  $A = 0,25 \cdot 0,25 = 0,0625 \text{ м}^2$ .

Первоначально зададимся значениями  $\varphi_b = \eta = 1$ .

Площадь сечения колонны находим по формуле IV.5[11]:

$$A_{mp} \frac{N}{\eta \varphi (R_b + \mu \cdot R_{sc})} = \frac{572,34 \cdot 10^3}{1 \cdot 1 \cdot (8,5 \cdot 10^6 + 0,01 \cdot 435 \cdot 10^6)} = 0,044 \text{ м}^2 \quad (2.75)$$

Примем  $A = 0,25 \cdot 0,25 = 0,0625 \text{ м}^2$ , — размеры принимаем окончательно.

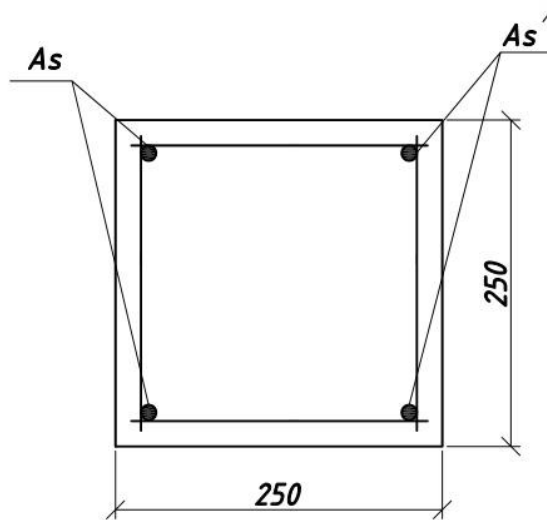


Рисунок 2.12 – Сечение колонны

Находим  $\varphi$  по формуле IV.3[11]:

$$A'_s + A_s = \mu \cdot A = 0,01 \cdot 0,0625 = 0,000625 \text{ м}^2;$$

$$\varphi = 0,842 + \frac{2(0,864 - 0,842) \cdot 435 \cdot 10^6 \cdot 0,000625}{8,5 \cdot 10^6 \cdot 0,0625} = 0,864 \quad (2.76)$$

Сравниваем  $\varphi = 0,864 \leq \varphi_r = 0,864$ , принимаем  $\varphi = 0,864$

Найдем требуемую площадь сечения по минимальному проценту армирования по формуле IV.5[11]:

$$A_s + A'_s = \frac{N}{R_{sc} \eta \varphi} - \frac{R_b A}{R_{sc}} = \frac{649,16 \cdot 10^3}{435 \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 0,864} - \frac{8,5 \cdot 10^6 \cdot 0,0625}{435 \cdot 10^6} = 4,7 \text{ см}^2 \quad (2.77)$$

$$N \leq \eta \cdot \varphi [R_b \cdot A + R_{sc} \cdot (A_s + A'_s)]$$

$\Rightarrow 572,34 \text{ кН} \leq 1 * 0,864 * [11,5 * (100) * 0,000625 + 435 * 4,7] = 1767 \text{ кН}$  -  
несущая способность сечения достаточна.

По приложению 6[10] принимаем 5Ø12 А-III,  $A_s = 5,65 \text{ см}^2$ .

Шаг поперечных стержней принимаем согласно условиям п. 4.1[10]:

1.  $S \leq 20d = 20 \cdot 12 = 240 \text{ мм}$ , (для сварных каркасов), где  $d$  — диаметр продольной арматуры;

2.  $S \leq b_k = 240 \text{ мм}$ ;

3.  $300 \text{ мм} \leq S \leq 500 \text{ мм}$ .

Принимаем шаг поперечных стержней 300 мм Ø6 Вр-1,  $A_s = 0,283 \text{ см}^2$

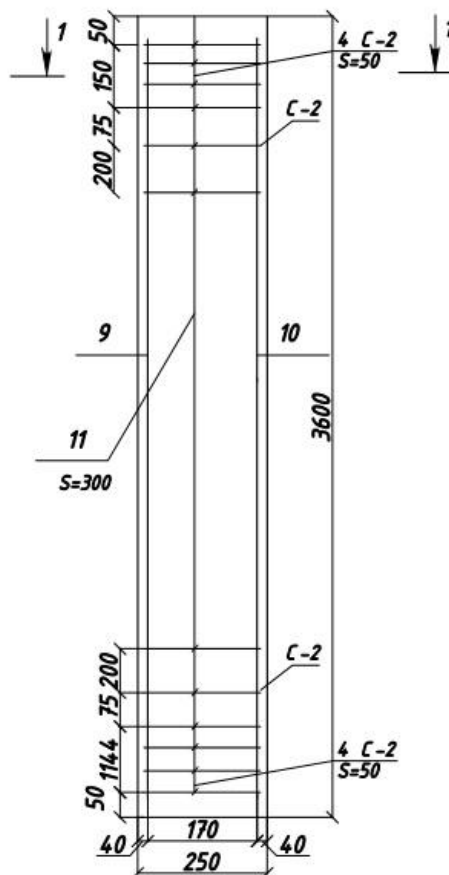


Рисунок 2.13 - Схема армирования колонны

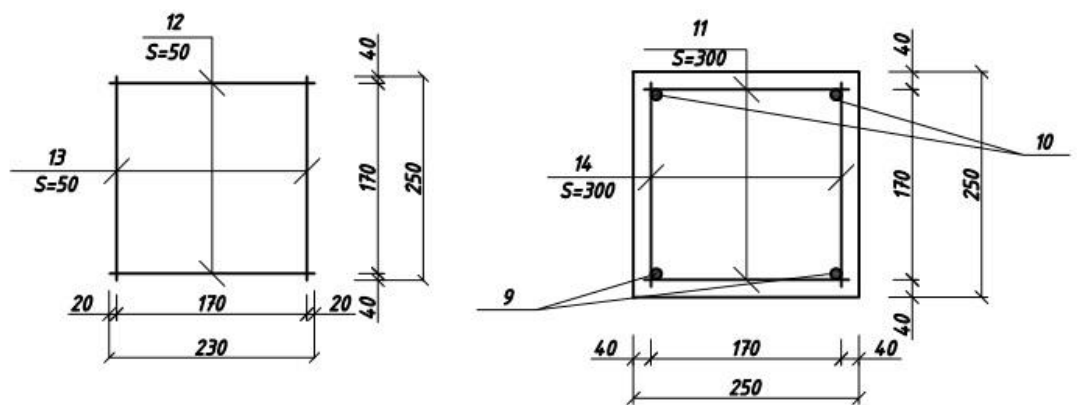


Рисунок 2.14 – Схема каркаса и сечения колонны

### 3 Основания и фундаменты

Здание крематория имеет каркасную конструктивную схему, выполненную из железобетона.

Место нахождения дома- г. Абакан.

Тип местности- город.

Размеры здания- 21х21 м по наружным осям фундамента.

Высота здания-7,78 м; подвал- 3,7м; первый этаж- 3,6 м.

Стены подвала- блоки ФБС .

Заполнитель стен первого этажа- кирпич.

Перекрытие -сборные железобетонные панели.

Кровля- плоская, в осях 2Б-3В – купол.

### 3.1 Инженерно-геологический разрез

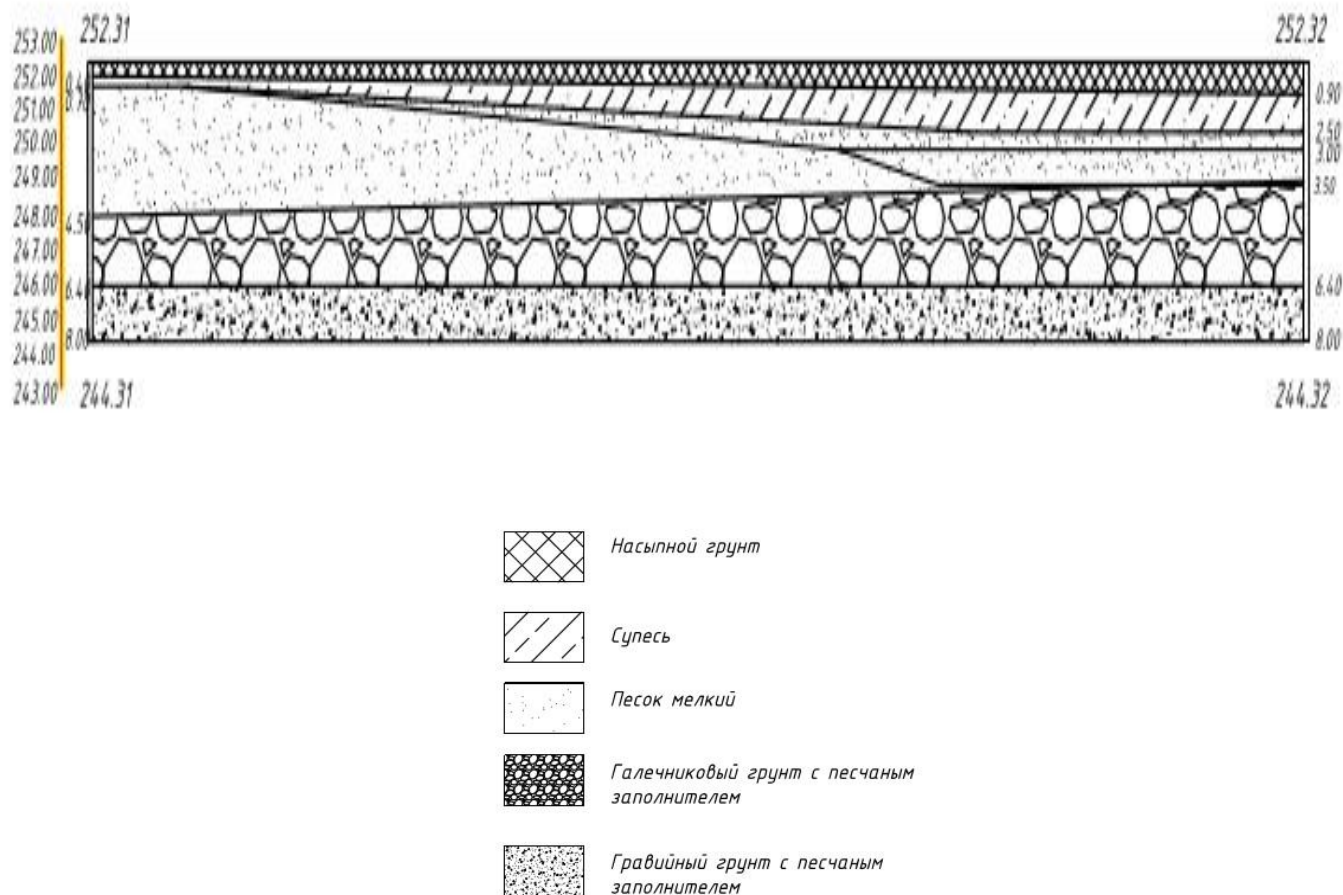


Рисунок 3.1 – Инженерно-геологический разрез.

Характеристики несущих грунтов:

Грунты: песок мелкий, средней плотности, маловлажный  $p_d=1,7 \text{ г/см}^3$ ;  $\omega=0,07$ ;  $\rho_s=2,66 \text{ г/см}^3$ .

Галечниковый грунт с песчаным заполнителем 40,4 %, маловлажный.  $p_d=2,49 \text{ г/см}^3$ ;  $\omega=0,02$ ;  $\rho_s=2,25 \text{ г/см}^3$ .

### 3.2 Инженерно- геотехнический разрез

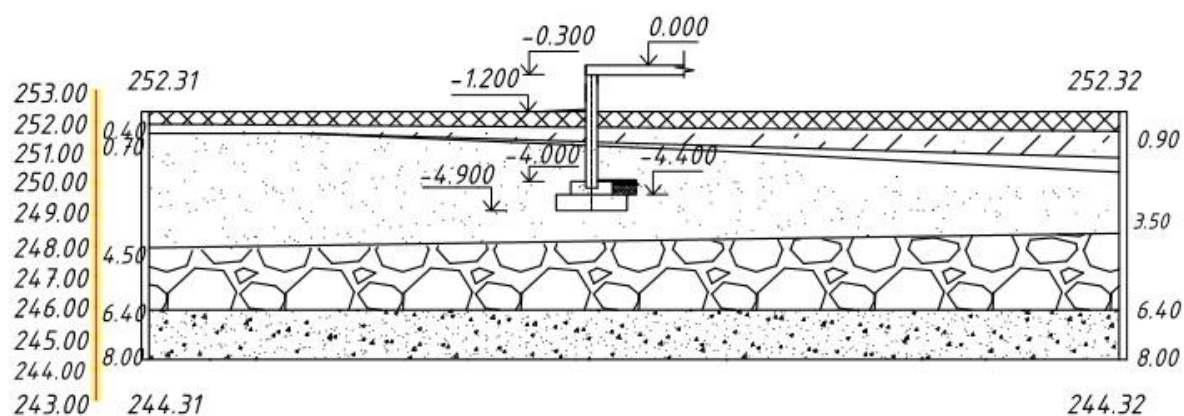


Рисунок 3.2 – Инженерно-геотехнический разрез.

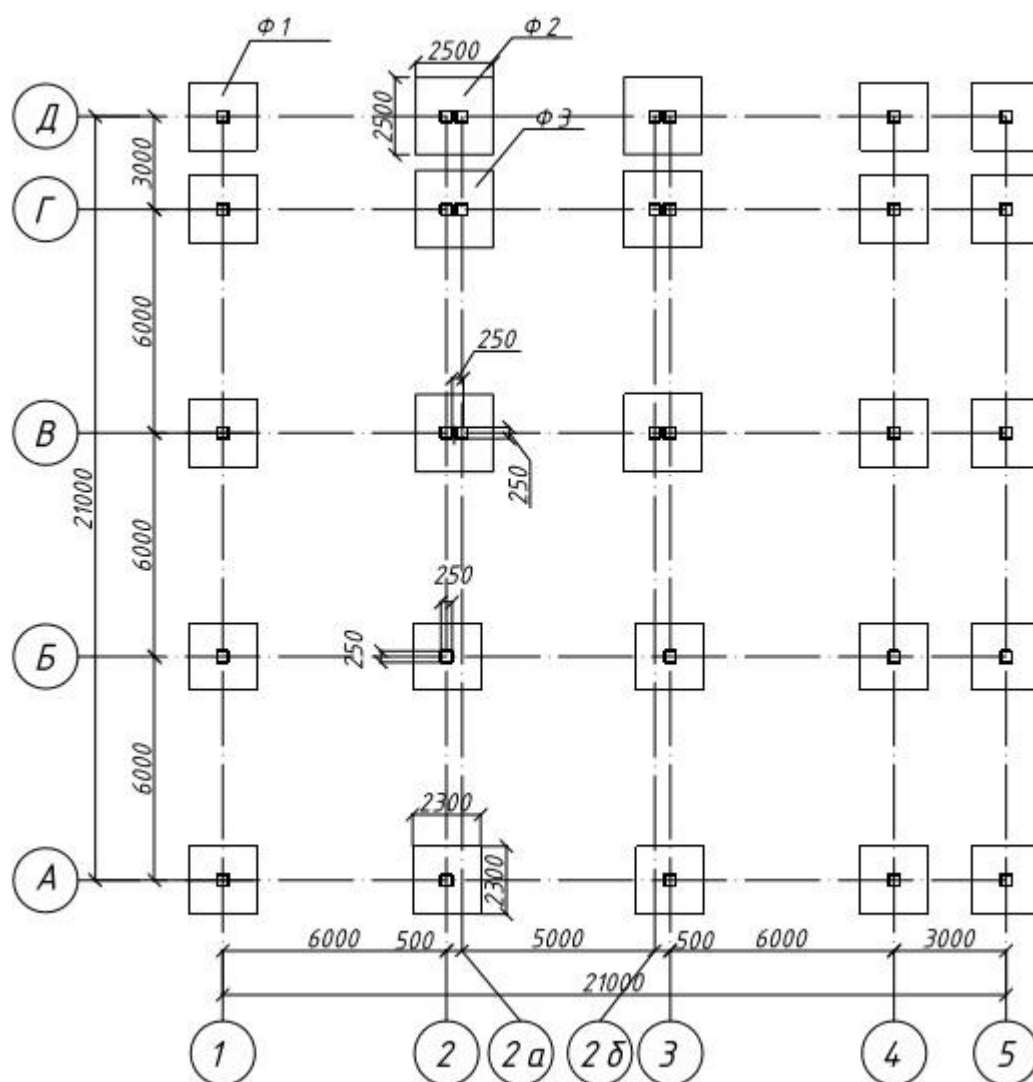


Рисунок 3.3 - План столбчатого фундамента



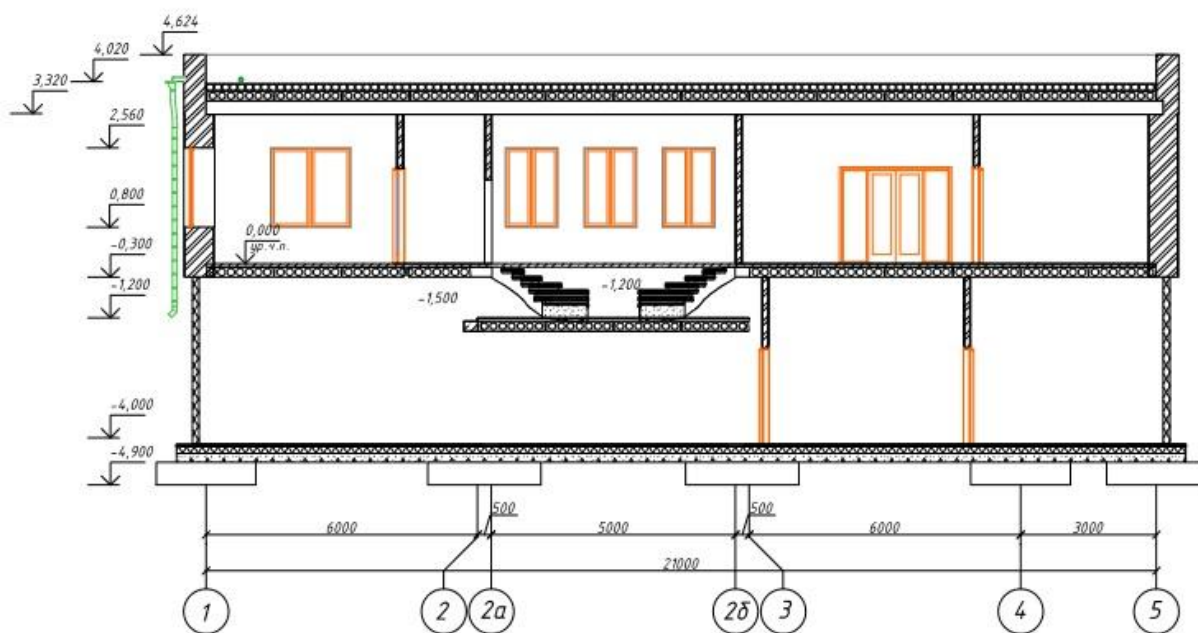


Рисунок 3.4 – Разрез здания

### 3.3 Сбор нагрузок

Таблица 3.1 - Нагрузка на столбчатый фундамент под колонну в центре здания (по оси «2/В»).

Нагрузки	Нормативная нагрузка, кН		Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетная нагрузка, кН
	На единицу площади, кН/м2	От грузовой площади, кН		
Постоянная				
От веса бетонного пола $\delta=0,2$ м ( $p=2200$ кг/м3)	4,4	158,4	1,1	174,24
От утеплителя пола цоколя $\delta=0,15$ м ( $p=180$ кг/м3)	0,27	9,72	1,3	12,64
Цементно-песчаная стяжка $\delta= 0,04$ м ( $p=2200$ кг/м3)	0,88	31,68	1,3	41,18
Керамическая плитка толщиной 5 мм ( $p=1800$ кг/м3)	0,09	3,24	1,3	4,21
От веса колонны сечением 250х250 мм	10,79	-	1,1	11,87
От веса ригеля (0,3*0,25) ( $p=2500$ кг/м3)	11,25	-	1,1	12,34

От плит междуэтажных перекрытий $\delta=0,22$ м ( $\rho=2500$ кг/м <sup>3</sup> ) *1,5	8,25	297	1,2	356,4
От стены кирпичной 600 мм ( $\rho=1100$ кг/м <sup>3</sup> )	6,6	-	1,1	7,26
От перегородки кирпичной 120 мм ( $\rho=1100$ кг/м <sup>3</sup> )	1,32	-	1,1	1,45
Утеплитель кровельный $\delta=0,15$ м ( $\rho=180$ кг/м <sup>3</sup> )	0,27	2,43	1,3	3,16
Цементно-песчаная стяжка $\delta=0,05$ м ( $\rho=2200$ кг/м <sup>3</sup> )	1,1	9,9	1,3	12,87
Керамическая плитка толщиной $\delta=0,005$ м ( $\rho=1800$ кг/м <sup>3</sup> )	0,09	0,87	1,3	1,05
От веса металлических конструкций купола (4*11,5*4,3+15,5*3,3)* (3*3)	-	7,61	1,05	7,99
От веса покрытия купола (акриловое стекло) (1,5*89,29) * (3*3)	-	1	1,2	1,2
Итого:	45,31	521,85	-	647,86
Временная				
Снеговая нагрузка	0,71	-	1,4	1
Полезная нагрузка 6*6*2кПа *2	-	144	1,05	151,2
Итого:	0,71			1,68
Всего:	46,02	665,85	-	801,74

Таблица 3.2 - Нагрузка на столбчатый фундамент под колонну в центре здания (по оси «2а/В»).

Нагрузки	Нормативная нагрузка, кН		Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетная нагрузка, кН
	На единицу площади, кН/м2	От грузовой площади, кН		
Постоянная				
Цементно-песчаная стяжка $\delta= 0,04$ м ( $\rho=2200$ кг/м3)	0,88	31,68	1,3	41,18
Керамическая плитка	0,09	3,24	1,3	4,21

толщиной $\delta = 0,005$ м ( $\rho = 1800$ кг/м <sup>3</sup> )				
От веса колонны сечением 250х250 мм	3,91	-	1,1	11,87
От веса ригеля (0,3*0,25) ( $\rho = 2500$ кг/м <sup>3</sup> )	11,25	-	1,1	12,34
От плиты перекрытия $\delta = 0,22$ м ( $\rho = 2500$ кг/м <sup>3</sup> )	5,5	99	1,2	118,8
От перегородки кирпичной 120 мм ( $\rho = 1100$ кг/м <sup>3</sup> )	1,32	-	1,1	1,45
Итого:	22,95	133,92	-	189,85
Временная				
Полезная нагрузка 6*6*2кПа	-	72	1,05	75,6
Итого:	1,2	72		75,6
Всего:	24,15	205,92		265,45

$S_0 = 0,7 * c_e * c_t * \mu * S_g$  - нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия (п.10.1 [9]),

где  $c_e = 0,85$ - термический коэффициент, (п. 10.6 [9]) ;

$c_t = 1$  - термический коэффициент, (п. 10.10[9]) ;

$\mu = 1$  - коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие (п. 10.4 [9]) ;

$S_g = 1,2$  кПа - вес снегового покрова на 1 м<sup>2</sup> горизонтальной поверхности земли (табл. 10.1 [9])

$$S_0 = 0,7 * 0,85 * 1 * 1 * 1,2 = 0,71 \text{ кН/м}^2$$

### 3.4 Расчет столбчатого фундамента основной сетки колонн

#### 3.4.1 Расчет оснований по деформациям

Определение расчетного сопротивления грунта основания.

Определение расчетного сопротивления грунта R, по формуле  
5.7 СП 22.13330.2011

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} M_{\gamma} k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + M_q - 1 d_b \gamma'_{II} + M_c c_{II} \quad (3.1)$$

где,  $\gamma_{c1}$  и  $\gamma_{c2}$ - коэффициенты условий работы, принимаемые по таблице 5.4 [12];

$k$ - коэффициент, принимаемый равный единице, если прочностные характеристики грунта ( $\varphi_{II}$  и  $c_{II}$ ) определены непосредственными испытаниями, и  $k=1,1$ , если они приняты по таблицам приложения Б [12]

$M_\gamma, M_q, M_c$ - коэффициенты, принимаемые по таблице 5.5 [12]

$k_z$  - коэффициент, принимаемый равные единице при  $b < 10$  м;

$b$ -ширина подошвы фундамента, м;

$\gamma_{II}$  - осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундаментов,  $\text{кН/м}^3$ ;

$\gamma'_{II}$  - осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих выше фундаментов,  $\text{кН/м}^3$ ;

$c_{II}$  - расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента,  $\text{кПа}$ ;

$d_1$ - глубина заложения фундаментов, м;

$d_b$  -глубина подвала, расстояние от уровня планировки до пола подвала, м.

Исходные данные:

Определяем плотность сухого грунта по формуле:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1+\omega} = \frac{1,7}{1+0,07} = 1,59 - \text{средней плотности,}$$

где  $\omega$  - естественная влажность.

Определяем коэффициент пористости по формуле:

$$e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d} = \frac{2,66 - 1,59}{1,59} = 0,67,$$

где  $\rho_s$  - плотность минеральных частиц.

Определяем степень влажности грунта.

Крупнообломочные и песчаные грунты подразделяются по степени влажности:

$$S_R = \frac{\omega P_s}{e \rho_\omega} = \frac{0,07 * 2,66}{1,59 * 1} = 0,12 - \text{маловлажные,}$$

где  $\omega$ -природная влажность грунта,  $\rho_\omega$ - плотность воды,  $e$ - коэффициент пористости грунта,  $\rho_s$  – плотность частиц грунта.

По полученным значениям  $\rho_d$  и  $S_R$  находим в таблице расчетное сопротивление песчаных грунтов  $R_o$ . (табл В.1 [12])

$R_o = 25 \text{ кПа}$

Находим площадь подошвы фундамента по формуле:

$$A = \frac{F_v}{R_o - \gamma * d} = \frac{80,17}{25 - 2 * 4,8} = \frac{80,17}{15,4} = 5,27 \text{ м}^2,$$

где в- ширина подошвы фундамента;

$F_v$ - нагрузка на подошву фундамента;

d- глубина заложения фундамента.

Находим ширину квадратного фундамента:

$$B = \sqrt{A} = \sqrt{5,27} = 2,3 \text{ м}$$

Находим среднее давление под подошвой фундамента:

$$\sigma = \frac{F_v}{B} = \frac{80,17}{2,3} = 36,44 \text{ т/м}^2,$$

где,  $\sigma$ - напряжение под подошвой фундамента;

в- ширина подошвы фундамента;

$F_v$ - нагрузка на подошву фундамента;

$\rho$  - плотность грунта.

Осредненный удельный вес грунта, залегающего выше отметки заложения фундамента, определяется по формуле:

$$\gamma_n = \frac{\gamma_1 * h_1 + \gamma_2 * h_2}{h_1 + h_2} = \frac{16 * 0,5 + 17 * 4}{0,5 + 4} = 14,22 \text{ кН/м}^3$$

где 0,5- мощность слоя песка пылеватого, 4,0= 4,5- 0,5 - мощность слоя песка мелкого, залегающего выше подошвы фундамента.

$$\gamma_1 = \rho * g = 1,6 * 10 = 16 \text{ кН/м}^3$$

$$\gamma_2 = \rho * g = 1,7 * 10 = 17 \text{ кН/м}^3$$

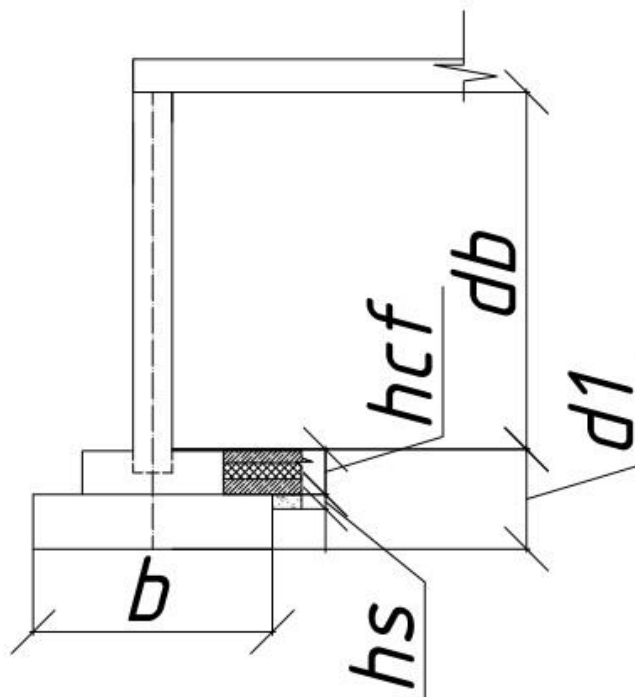


Рисунок 3.5 – Схема расчетного сопротивления

Находим глубину заложения фундамента по формуле:

Приведенная глубина заложения наружных и внутренних фундаментов.

$$d_1 = h_s + \frac{h_{cf} \gamma_{cf}}{\gamma_{II}} = 0,15 + \frac{0,3 \cdot 23}{14,22} = 0,64 \text{ м},$$

где  $h_s$  - толщина слоя грунта выше подошвы фундамента со стороны подвала, м;

$h_{cf}$  - толщина конструкции пола подвала, м;

$\gamma_{cf}$  - расчетное значение удельного веса конструкции пола подвала, кН/м<sup>3</sup>

$$\gamma_{cf} = 10 \cdot 2,3 = 23 \text{ кН/м}^3$$

Глубина до пола подвала:

$$d^b = 4,8 - 0,64 = 4,16 \text{ м.}$$

Поскольку  $d^b > 2 \text{ м}$ , принимаем  $d^b = 2 \text{ м}$ .

Определим расчетное сопротивление грунта основания:

$$R = \frac{1,4 \cdot 1,2}{1,1} \cdot \frac{2,46 \cdot 1 \cdot 2,3 \cdot 17 + 10,85 \cdot 0,64 \cdot 14,22 + 10,85 - 1}{10,85 - 1} \cdot \frac{2 \cdot 14,22 + 11,73 \cdot 0,004}{2} = 815,26 \text{ кН/м}^2 = 81,53 \text{ т/м}^2$$

Расчет показал, что среднее давление под подошвой фундамента не превышает расчетное сопротивление грунта основания  $(36,44 < 81,53) \text{ т/м}^2$

### 3.4.2 Расчет осадки фундамента

Определяем методом упругого полупространства послойным суммированием осадку фундамента под колонну здания.

Ширина фундамента  $b = 2,3 \text{ м}$ , длина фундамента  $l = 2,3 \text{ м}$ , глубина заложения  $d = 4,8 \text{ м}$ . Среднее давление под подошвой фундамента  $\sigma = 36,44 \text{ т/м}^2$ .

Расчет осадки основания фундамента был выполнен методом послойного суммирования.

Сущность метода состоит в следующем: основание разбивается на элементарные слои; в пределах сжимаемой толщи определяется осадка каждого слоя от дополнительных вертикальных напряжений; затем осадки всех элементарных слоев суммируются.

Расчет методом послойного суммирования ведут в следующей последовательности:

- 1) Построение эпюры вертикальных напряжений от собственного веса грунта;
- 2) Построение эпюры дополнительных вертикальных напряжений от внешней нагрузки;
- 3) Определение глубины сжимаемой толщи;
- 4) Вычисление полной осадки, суммируя осадки элементарных слоев в пределах сжимаемой толщи.

Будучи линейной функцией глубины и удельного веса, такие напряжения определяются только в характерных точках.

На подошве почвенного слоя 1:

$$\sigma_{zg,1} = \gamma_1 h_1 = 16 * 0,5 = 8 \text{ кПа}$$

На уровне подошвы фундамента:

$$\sigma_{zg,0} = \sigma_{zg,1} + \gamma_2 d = 8 + 17 * 2,3 = 47,1 \text{ кПа}$$

На подошве слоя 2:

$$\sigma_{zg,2} = \sigma_{zg,0} + \gamma_2 d = 47,1 + 17 * 2,3 = 86,2 \text{ кПа}$$

По вычисленным значениям слева от оси симметрии строим эпюру напряжений от собственного веса грунта. (Рисунок 6).

Определение осадок элементарных слоев и общей осадки фундамента.

1. Глубина заложения фундаментов.
2. Определяем глубину слоя по формуле

$$\zeta = 2 \quad h_i/b ,$$

$$h_i = 0,2b,$$

где,  $\zeta$  - относительная глубина;

$h_i$ —элементарный слой, м;

$b$  – ширина фундамента, м.

3. Отношение сторон фундамента ленточного  $\eta \geq 10$ .
4. Коэффициент  $\alpha_i$ , определяется по таблице 5.8 [13]
5. Находим дополнительные напряжения по формуле

$$\sigma_{zp,i} = \alpha_i x (364,4 - 47,1),$$

где  $p=318,66$  кПа среднее давление под подошвой фундамента.

6.  $E_i$ - модуль деформации [13]

7. Определяем осадку  $S_i$  , путем суммирования каждого элементарного слоя.

Для удобства расчета сводим полученные значения в таблицу 3.3.

Таблица 3.3 - Определение осадки прямоугольного фундамента методом послойного суммирования.

Глубина от подошвы фундамента	$\zeta = 2 \quad h_i/b$	$\alpha_i$	$\sigma_{zp,i} = \alpha_i x (364,4 - 47,1) \text{ МПа}$	$E_i, \text{ МПа}$
0	0	1	0,318	
0,5	0,45	0,940	0,298	38000
1	0,9	0,752	0,239	38000
1,5	1,35	0,547	0,174	50000
2	1,8	0,393	0,125	50000



Определяем осадку фундамента по формуле (2.13) [13]

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{h_i \cdot \delta_{zepi}}{E_i},$$

$$S = \frac{0,8 \cdot 0,5}{38} * \left( \frac{0,318 + 0,298}{2} + \frac{0,298 + 0,239}{2} \right) + \frac{0,8 \cdot 0,5}{50} * \left( \frac{0,239 + 0,174}{2} + \frac{0,174 + 0,125}{2} \right) = 0,005 + 0,002 = 0,007 \text{ м} = 0,7 \text{ см.}$$

Осадка составляет 0,007 м.

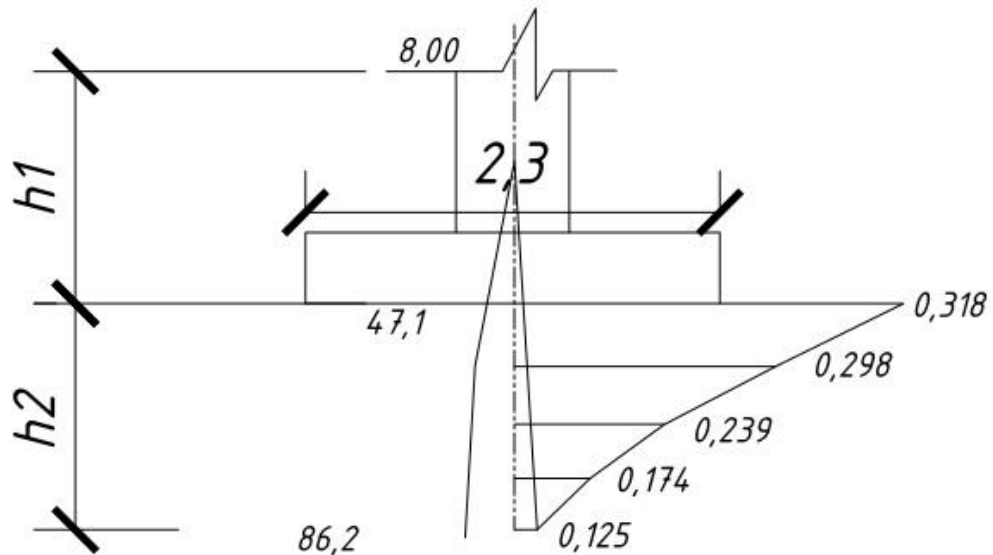


Рисунок 3.6 - Распределение по глубине напряжений от собственного веса грунта и дополнительных напряжений.

### 3.5 Расчет столбчатого фундамента под колонну деформационного шва

#### 3.5.1 Расчет оснований по деформациям

Целью расчета оснований по деформациям является ограничение абсолютных или относительных перемещений такими пределами, при которых гарантируется нормальная эксплуатация сооружения и не снижается его долговечность (вследствие появления недопустимых общих и неравномерных осадок, подъемов, кренов, изменений проектных уровней и положений конструкций, расстройств их соединений и т.п.). При этом имеется в виду, что прочность и трещиностойкость фундаментов и надфундаментных конструкций проверены расчетом, учитывающим усилия, которые возникают при взаимодействии сооружения с основанием.

Определение расчетного сопротивления грунта основания.

Определение расчетного сопротивления грунта  $R$ , по формуле 5.7 [12]

$$R = \frac{\gamma_{c1}\gamma_{c2}}{k} M_{\gamma} k_z b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + M_q - 1 d_b \gamma'_{II} + M_c c_{II} \quad (3.2)$$

где,  $\gamma_{c1}$  и  $\gamma_{c2}$ - коэффициенты условий работы, принимаемые по таблице 5.4 [12];

$k$ - коэффициент, принимаемый равный единице, если прочностные характеристики грунта ( $\varphi_{II}$  и  $c_{II}$ ) определены непосредственными испытаниями, и  $k=1$ , если они приняты по таблицам приложения Б [12];

$M_{\gamma}$ ,  $M_q$ ,  $M_c$ - коэффициенты, принимаемые по таблице 5.5 [12];

$k_z$  - коэффициент, принимаемый равные единице при  $b < 10$  м;

$b$ -ширина подошвы фундамента, м;

$\gamma_{II}$  - осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундаментов, кН/м<sup>3</sup>;

$\gamma'_{II}$  - осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих выше фундаментов, кН/м<sup>3</sup>;

$c_{II}$  - расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента, кПа;

$d_1$ - глубина заложения фундаментов, м;

$d_b$  -глубина подвала, расстояние от уровня планировки до пола подвала, м.

Исходные данные:

Определяем плотность сухого грунта по формуле:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1+\omega} = \frac{1,7}{1+0,07} = 1,59 - \text{средней плотности,}$$

где  $\omega$  - естественная влажность.

Определяем коэффициент пористости по формуле:

$$e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d} = \frac{2,66 - 1,59}{1,59} = 0,67,$$

где  $\rho_s$  - плотность минеральных частиц.

Определяем степень влажности грунта.

Крупнообломочные и песчаные грунты подразделяются по степени влажности:

$$S_R = \frac{\omega P_S}{e \rho_{\omega}} = \frac{0,07 * 2,66}{1,59 * 1} = 0,12 - \text{маловлажные,}$$

где  $w$  - природная влажность грунта,  $\rho_w$  - плотность воды,  $e$  - коэффициент пористости грунта,  $\rho_s$  - плотность частиц грунта.

По полученным значениям  $\rho_d$  и  $S_R$  находим в таблице расчетное сопротивление песчаных грунтов  $R_o$ . (табл В.1 [13])

$$R_o = 25 \text{ кПа}$$

Находим площадь подошвы фундамента по формуле:

$$A = \frac{F_v}{R_o - \gamma * d} = \frac{99,15}{25 - 2 * 4,8} = \frac{99,15}{15,4} = 6,5 \text{ м}^2,$$

где  $b$  - ширина подошвы фундамента;

$F_v$  - нагрузка на подошву фундамента;

$d$  - глубина заложения фундамента.

Находим ширину квадратного фундамента:

$$B = \sqrt{A} = \sqrt{6,5} = 2,5 \text{ м}$$

Находим среднее давление под подошвой фундамента:

$$\sigma = \frac{F_v}{B} = \frac{99,15}{2,5} = 39,66 \text{ т/м}^2,$$

где,  $\sigma$  - напряжение под подошвой фундамента;

$b$  - ширина подошвы фундамента;

$F_v$  - нагрузка на подошву фундамента;

$\rho$  - плотность грунта.

Осредненный удельный вес грунта, залегающего выше отметки заложения фундамента, определяется по формуле:

$$\gamma' = \frac{\gamma_1 * h_1 + \gamma_2 * h_2}{h_1 + h_2} = \frac{16 * 0,5 + 17 * 4}{0,5 + 4} = 14,22 \text{ кН/м}^3$$

где 0,5 - мощность слоя песка пылеватого, 4,0 = 4,5 - 0,5 - мощность слоя песка мелкого, залегающего выше подошвы фундамента.

$$\gamma_1 = \rho * g = 1,6 * 10 = 16 \text{ кН/м}^3$$

$$\gamma_2 = \rho * g = 1,7 * 10 = 17 \text{ кН/м}^3$$

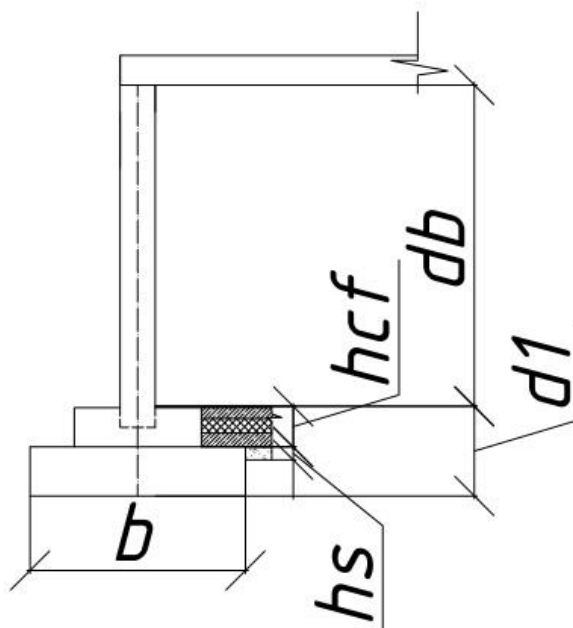


Рисунок 3.7 – Схема расчетного сопротивления

Находим глубину заложения фундамента по формуле:

Приведенная глубина заложения наружных и внутренних фундаментов.

$$d_1 = h_s + \frac{h_{cf}\gamma_{cf}}{\gamma_{II}} = 0,15 + \frac{0,3 \cdot 25}{14,22} = 0,67 \text{ м},$$

где  $h_s$  - толщина слоя грунта выше подошвы фундамента со стороны подвала, м;

$h_{cf}$  - толщина конструкции пола подвала, м;

$\gamma_{cf}$  - расчетное значение удельного веса конструкции пола подвала, кН/м<sup>3</sup>

$$\gamma_{cf} = 10 \cdot 2,5 = 25 \text{ кН/м}^3$$

Глубина до пола подвала:

$$d^b = 4,8 - 0,67 = 4,13 \text{ м}.$$

Поскольку  $d^b > 2 \text{ м}$ , принимаем  $d^b = 2 \text{ м}$ .

Определим расчетное сопротивление грунта основания:

$$R = \frac{1,4 \cdot 1,2}{1,1} \cdot \frac{2,46 \cdot 1 \cdot 2,5 \cdot 17 + 10,85 \cdot 0,67 \cdot 14,22 + 10,85 - 1 \cdot 2 \cdot 14,22 + 11,73 \cdot 0,004}{1} = 746,78 \text{ кН/м}^2 = 74,68 \text{ т/м}^2$$

Расчет показал, что среднее давление под подошвой фундамента не превышает расчетное сопротивление грунта основания ( $39,66 < 74,68$ ) т/м<sup>2</sup>

### 3.5.2 Расчет осадки фундамента

Определяем методом упругого полупространства послойным суммированием осадку фундамента под колонну здания.

Ширина фундамента  $b = 2,5$  м, длина фундамента  $l = 2,5$  м, глубина заложения  $d = 4,8$  м. Среднее давление под подошвой фундамента  $\sigma = 39,66$  т/м<sup>2</sup>.

Расчет осадки основания фундамента был выполнен методом послойного суммирования.

Сущность метода состоит в следующем: основание разбивается на элементарные слои; в пределах сжимаемой толщи определяется осадка каждого слоя от дополнительных вертикальных напряжений; затем осадки всех элементарных слоев суммируются.

Расчет методом послойного суммирования ведут в следующей последовательности:

- 5) Построение эпюры вертикальных напряжений от собственного веса грунта;
- 6) Построение эпюры дополнительных вертикальных напряжений от внешней нагрузки;
- 7) Определение глубины сжимаемой толщи;
- 8) Вычисление полной осадки, суммируя осадки элементарных слоев в пределах сжимаемой толщи.

Будучи линейной функцией глубины и удельного веса, такие напряжения определяются только в характерных точках.

На подошве почвенного слоя 1:

$$\sigma_{zg,1} = \gamma_1 h_1 = 16 * 0,5 = 8 \text{ кПа}$$

На уровне подошвы фундамента:

$$\sigma_{zg,0} = \sigma_{zg,1} + \gamma_2 d = 8 + 17 * 2,5 = 50,5 \text{ кПа}$$

На подошве слоя 2:

$$\sigma_{zg,2} = \sigma_{zg,0} + \gamma_2 d = 50,5 + 17 * 2,5 = 93 \text{ кПа}$$

По вычисленным значениям слева от оси симметрии строим эпюру напряжений от собственного веса грунта. (Рисунок 6).

Определение осадок элементарных слоев и общей осадки фундамента.

8. Глубина заложения фундаментов.
9. Определяем глубину слоя по формуле

$$\zeta = 2 \quad h_i/b ,$$

$$h_i = 0,2b,$$

где,  $\zeta$  - относительная глубина;

$h_i$ —элементарный слой, м;

$b$  – ширина фундамента, м.

10. Отношение сторон фундамента ленточного  $\eta \geq 10$ .

11. Коэффициент  $\alpha_i$ , определяется по таблице 5.8 [12].

12. Находим дополнительные напряжения по формуле

$$\sigma_{zp,i} = \alpha_i \times (396,6 - 50,5),$$

где  $p=350,86$  кПа среднее давление под подошвой фундамента.

13.  $E_i$ - модуль деформации [12].

14. Определяем осадку  $S_i$  , путем суммирования каждого элементарного слоя.

Для удобства расчета сводим полученные значения в таблицу 3.

Таблица 3.4 - Определение осадки прямоугольного фундамента методом послойного суммирования.

Глубина от подошвы фундамента	$\zeta = 2 \quad h_i/b$	$\alpha_i$	$\sigma_{zp,i} = \alpha_i \times (396,6 - 50,5) \text{ МПа}$	$E_i, \text{ МПа}$
0	0	1	0,346	38000
0,5	0,4	0,960	0,332	
1	0,8	0,800	0,276	
1,5	1,2	0,606	0,208	
2	1,6	0,449	0,153	

Определяем осадку фундамента по формуле (2.13) [12]

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{h_i \cdot \sigma_{zpi}}{E_i},$$

$$S = \frac{0,8 \cdot 0,5}{38} * \left( \frac{0,346 + 0,332}{2} + \frac{0,332 + 0,276}{2} \right) + \frac{0,8 \cdot 0,5}{50} * \left( \frac{0,276 + 0,208}{2} + \frac{0,208 + 0,153}{2} \right) = 0,007 + 0,003 = 0,01 \text{ м} = 1 \text{ см.}$$

Осадка составляет 0,01 м.

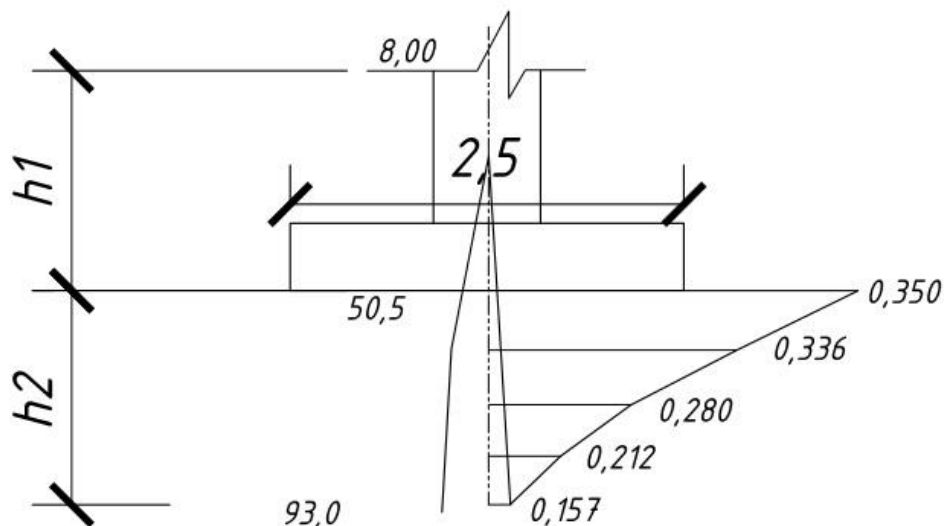


Рисунок 3.8- Распределение по глубине напряжений от собственного веса грунта и дополнительных напряжений.

## 4 Технология и организация строительства

### 4.1 Общие сведения о строительстве

Район строительства г. Абакан. Проектируемое здание крематория располагается в черте города ,район Согра.

В инженерно-геологическом отношении площадка сложена из следующих грунтов (сверху вниз):

- насыпной грунт
- песок мелкий

Песок мелкий имеет следующие характеристики:

плотность - 1,7 г/см<sup>3</sup>

естественная влажность 2%

мощность – 3,8 м

Конструктивная схема – монолитный железобетонный каркас, с размерами в осях 21 x 21 м, высота здания 7,78 м.

Начало строительства – май. Количество этажей – один этаж с подвалом.

Здание относится к классу функциональной пожарной опасности Ф.3.5.

Фундаменты запроектированы монолитные столбчатые железобетонные. Для их устройства используется деревянная опалубка. Бетон на строительную площадку привозится в автобетоносмесителе и заливается автобетононасосом КамАЗ-581453 ёмкостью 9 м<sup>3</sup>.

Заполнитель стен первого этажа – кирпич, заполнение стен подвала – ФБС. Снаружи стены отделываются декоративной штукатуркой. Перегородки толщиной 120мм выполняются из кирпича, перегородки С/У – гипсокартон 100мм, в кремационном зале предусмотрены дополнительные огнеупорные перегородки.

Перекрытие–многопустотные железобетонные пустотные плиты. Устраивается монолитный антисейсмический пояс при помощи бетоносмесителя в подготовленную деревянную опалубку.

Полы подвала по грунту. В вестибюлях, коридорах, ритуальном зале предусмотрены керамогранитные плиты, в санузлах, кремационном зале, помещениях основного функционального процесса – керамическая плитка, в венткамерах – чистый пол.

Крыша плоская, покрытие -бикрост. Купол над зимним садом в осях Б-В, 2-3, выполнен из металлических конструкций. Покрытие купола – акриловое стекло.

Лестницы монолитные железобетонные.

Оконные блоки устанавливаются на место по мере возведения стен. Оконные проемы сверху перекрывают перемычками.

Дверные проемы сверху перекрывают перемычками, которые передают нагрузку от вышележащих конструкций на простенки.

## 4.2 Организация строительного производства

Подготовительный этап. На данном этапе производится организация строительной площадки.

Нулевой цикл. На данном этапе выполняются земляные работы, производится возведение фундамента, закладка необходимых коммуникаций.

Основные строительные работы. Этот этап предусматривает следующие работы: возведение несущего каркаса, заполнение стен, возведение перекрытий этажей, монтаж внутренних перегородок, лестниц, строительство крыши, установка наружных дверей, окон, внешняя отделка стен.

Проведение коммуникаций. На этом этапе проводятся все основные коммуникации и устанавливается часть инженерного оборудования: электрическая сеть, водопровод, канализация, система отопления, вентиляция и кондиционирование.

Отделочные работы. Оформление потолков, обработка стен, укладка напольных покрытий, установка межкомнатных дверей, облицовочные работы.



Благоустройство. Этот этап предусматривает размещение зеленых насаждений на территории проектируемого здания, а также размещение малых архитектурных форм, обеспечение достаточного освещения на территории.

### 4.3 Определение номенклатуры и объемов работ

Спецификация отражает характеристики сборных элементов. Это помогает в выборе грузозахватных приспособлений и расчете монтажного крана.

Таблица 4.1 – Спецификация сборных элементов

N п/п	Обозначение	Наименование	Кол- во, шт.	Масса, т.	
				1-го эл-та	Всех эл-ов
1	ГОСТ 9561- 2016	Плиты 1ПК 60-15	67	2,8	187,6
		1ПК 60-12	6	2,15	12,9
		1ПК 30-15	23	1,425	32,78
		1ПК 30-12	3	1,11	3,33
2	ГОСТ 948- 2016	Перемычки брусковые			
		1ПБ-16-1	1	0,03	0,03
		2ПБ-22-3	6	0,092	0,552
		3ПБ-13-37	45	0,085	3,825
		3ПБ-18-37	4	0,119	0,476
		3ПБ-25-8	3	0,162	0,486
		5ПБ-18-27	4	0,250	1,0
		5ПБ-25-27	3	0,338	1,014
3	ГОСТ 8509-93	Перемычка уголковая металлическая	40	0,0079	0,316

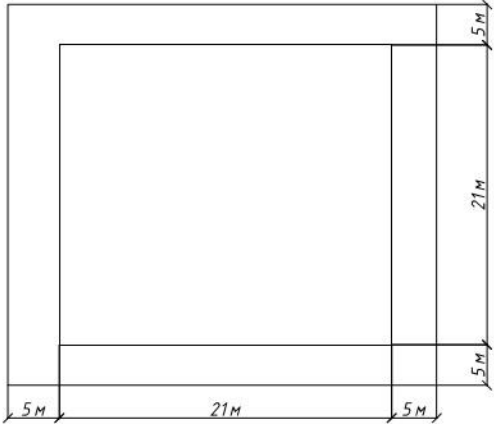
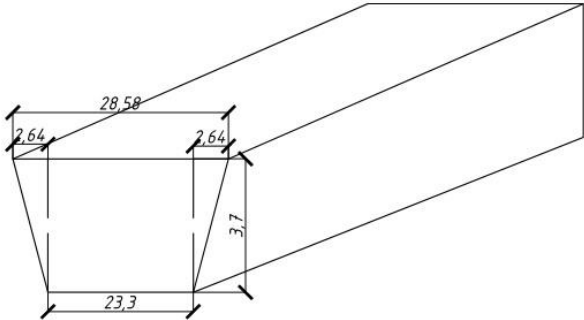
		75x75x7			
4	ГОСТ 8239-89	Профиль двутавровый I 12	4	0,0115	0,046
5	ГОСТ 8639-82	Труба квадратного сечения	4	0,0033	0,0132
6	ГОСТ 10667-90	Акриловое стекло	6	0,037	0,22
7	ГОСТ 13579-78	Стеновые блоки ФБС24.4.6-Т ФБС12.4.6-Т ФБС9.4.6-Т ФБС12.4.3-Т	50 70 140 100	1,3 0,64 0,47 0,31	65 44,8 65,8 31

Из спецификации следует, что самым тяжелым и габаритным элементом является многопустотная ж/б плита, её размеры (6,0\*1,5\*0,22 м), масса 2,8 т.

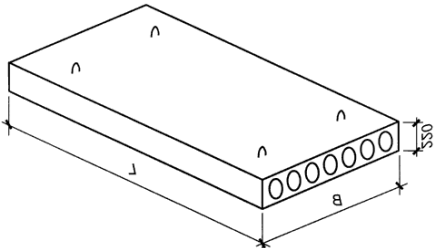
#### 4.4 Ведомость объемов работ

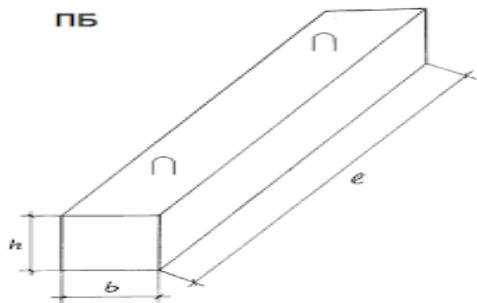
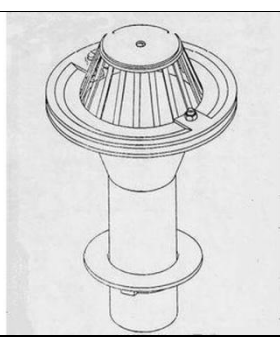
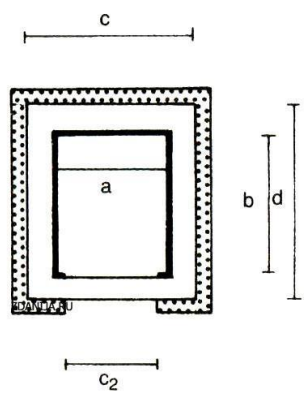
Таблица 4.2 –Ведомость объемов работ

Наименование работ	Ед. изм.	Эскиз и формула подсчета	Кол-во работ
Планировка земельного участка	1000 м <sup>2</sup>	S= 18186 м <sup>2</sup>	18,18
Срезка растительного слоя 15 мм	1000 м <sup>3</sup>		0,144

		 $S_{cp} = (a+10) \cdot (b+10) = (21+10)(21+10) = 961 \text{ м}^2$ $V_{гр} = S_{cp} \cdot \delta = 961 \cdot 0,15 = 144,15 \text{ м}^3$	
разработка грунта 2-ой группы в котловане	100м <sup>3</sup>	 $S_{тр} = h \cdot (a+b) / 2 = 3,7 \cdot (23,3 + 28,58) / 2 = 95,98 \text{ м}^2$ $S = 2,64 \cdot 3,7 \cdot 2 / 2 = 9,77 \text{ м}^2$ $V_{гр} = S_{тр} \cdot L = 95,98 \cdot 23,3 = 2236,3 \text{ м}^3$ $V = 9,77 \cdot 23,3 = 227,64 \text{ м}^3$ $V = 2463,94 \text{ м}^3$	24,63
Доборгрунта вручную	100м <sup>3</sup>	Принимается 3% от V <sub>гр</sub> 2463,94 * 0,03 = 73,92 м <sup>3</sup>	0,74
Обратная засыпка	100м <sup>3</sup>	$V_{зас} = (V_{гр} - V_{фун} - V_3) \cdot K_{раз}$ $K_{раз} = 1,1$ $V_{зас} = (3852,57 - 57 - 1644,3) \cdot 1,1 = 2366,64 \text{ м}^3$	23,66
Уплотнение грунта под полы	100 м <sup>2</sup>	$S_{ф} = 2,3 \cdot 2,3 \cdot 19 + 2,5 \cdot 2,5 \cdot 6 = 138,01 \text{ м}^2$ $S_{зд} = 490,62 \text{ м}^2$ $S_{пола} = S_{зд} - S_{оч.к.} = 490,62 - 42,25 = 352,61 \text{ м}^2$	3,52
Устройство бетонной подготовки под	100 м <sup>3</sup>	$V_{бет} = 19,7 \cdot 19,7 \cdot 0,13 = 50,45 \text{ м}^3$	0,50

полю в подвале 13 мм			
Гидроизоляция пола подвала	100 м <sup>2</sup>	S=352,61 м <sup>2</sup>	3,52
Устройство утеплителя пола подвала	100 м <sup>2</sup>	S=352,61 м <sup>2</sup>	3,52
Монолитная стяжка	100 м <sup>2</sup>	S=352,61 м <sup>2</sup>	3,52
Устройство монолитного столбчатого фундамента в деревянной опалубке	100м <sup>3</sup>	$V_{\text{фун}} = (a*b*h) = (2,3*2,3*0,5)*19 + (1,3*1,3*0,3)*19 + (2,5*2,5*0,5)*6 + (1,6*1,6*0,3)*6 = 50,25 + 9,63 + 18,7 + 4,61 = 83,19 \text{ м}^2$	0,83
Вертикальная гидроизоляция фундамента	100 м <sup>2</sup>	$S = (2,3*0,5*4)*19 + (1,3*0,3)*20 + (2,5*0,3*4)*6 + (1,6*0,3)*2 = 114,16 \text{ м}^2$	1,14
Устройство бетонной подпорной стенки под приямок	100м <sup>3</sup>	$V = (a*b*h) = 1,8*2,36*7,83 = 33,26 \text{ м}^3$	0,33
Устройство блоков стеновых	1м <sup>3</sup>	$V = (h*a*b) = (3,18*0,4*6)*12 + (3,18*0,4*3)*4 = 106,84 \text{ м}^3$	106,84
Устройство монолитных участков стен в деревянной опалубке	100м <sup>3</sup>	$V = (0,22*0,4*6)*12 + (0,22*0,4*3)*4 = 7,4 \text{ м}^3$	0,074
Устройство монолитной колонны в деревянной опалубке сечением 250х250	100м <sup>3</sup>	$V_K = (a_K*b_K*h_K)*n = (0,25*0,25*6,9)*25 = 10,78 \text{ м}^3$ $V_K = (a_K*b_K*h_K)*n = (0,25*0,25*2,5)*6 = 0,94 \text{ м}^3$ $V = 11,72 \text{ м}^3$	0,117
Устройство монолитного ригеля в деревянной опалубке	100м <sup>3</sup>	$V_p = (l*b*h) = (6,0*0,3*0,25)*31 = 13,95 \text{ м}^3$ $V_p = (l*b*h) = (3,0*0,3*0,25)*10 = 2,25 \text{ м}^3$ $V_p = (l*b*h) = (5,75*0,3*0,25)*5 = 2,15 \text{ м}^3$ $V_p = (l*b*h) = (6*0,3*0,25)*15 = 6,75 \text{ м}^3$ $V_p = (l*b*h) = (6*0,3*0,25)*5 = 2,25 \text{ м}^3$ $V_p = 27,35 \text{ м}^3$	0,27
Устройство сейсмопояса в деревянной опалубке	100м <sup>3</sup>	$V = (0,23*0,22*21,46)*4 = 4,34 \text{ м}^3$	0,043

Кладка стен кирпичных наружных простых (в том числе перегородки) с утеплителем	1 м <sup>3</sup>	$V_{\text{ВН}} = (l \cdot b \cdot t) - S_{\text{проемов}} =$ $(85,8 \cdot 0,45 \cdot 3,6) - (14 \cdot 2,06 + 4 \cdot 3,12 - 2 \cdot 2 \cdot 3,82) \cdot 0,45 - (5,04 \cdot 3) = 101,85 \text{ м}^3$ $V_{\text{з.с.}} = (26,4 \cdot 0,6 \cdot 3,6) - (4 \cdot 2,06) \cdot 0,6 - 3,15 = 48,93 \text{ м}^3$ $V_{\text{пер}} = (102,77 \cdot 0,16 \cdot 3,6 + 7,326 \cdot 0,15 \cdot 3,6 + 16,4 \cdot 0,1 \cdot 3,6) \cdot 4 = 138,96$ $V_{\text{проем}} = 138,96 - 135,03 \cdot 0,12 = 122,75 \text{ м}^3$ $\text{Итого: } 273,53 \text{ м}^3$	273,53
Парапет из кирпича	1 м <sup>3</sup>	$V = (0,6 \cdot 0,6 \cdot 21,6) \cdot 4 = 31,1 \text{ м}^3$	31,1
Устройство подстилающего гравийного слоя под отсыпку толщиной 10 см	1 м <sup>3</sup>	$S = (2 \cdot 21 + 2 \cdot 21) \cdot 1 = 84 \text{ м}^2$ $V = 84 \cdot 0,1 = 8,4 \text{ м}^3$	8,4
Устройство бетонной отсыпки шириной 1 м	100 м <sup>2</sup>	$S = 84 \text{ м}^2$	0,84
Устройство плит перекрытия	100 шт		0,50
Устройство плит покрытия	100 шт		0,54
Устройство монолитных участков перекрытия в деревянной опалубке	100 м <sup>3</sup>	$V = (a \cdot b \cdot h) = 9,7 \text{ м}^3$	0,097
Пароизоляция	100 м <sup>2</sup>	$S = 21,9 \cdot 21,9 - 7,2 \cdot 7,2 = 427,77 \text{ м}^2$	4,27
Утеплитель кровельный	100 м <sup>2</sup>	$S = 21,9 \cdot 21,9 - 7,2 \cdot 7,2 = 427,77 \text{ м}^2$	4,27
Устройство цементно-песчаной стяжки	100 м <sup>2</sup>	$S = 21,9 \cdot 21,9 - 7,2 \cdot 7,2 = 427,77 \text{ м}^2$	4,27
Покрытие (бикрост)	100 м <sup>2</sup>	$S = 21,9 \cdot 21,9 - 7,2 \cdot 7,2 = 427,77 \text{ м}^2$	4,27
Купол			

Устройство лестничных маршей и площадок в деревянной опалубке	100м <sup>3</sup>	$V_{\text{прям}} = V_{\text{м}} + V_{\text{пл}} = 0,61 + 0,33 = 0,94 \text{ м}^3$ $V_{\text{ф}} = 3,1 * 3 = 9,3 \text{ м}^3$ $V_{\text{гл}} = 0,93 + 0,78 = 1,71 \text{ м}^3$ $V_{\text{пож}} = 0,6 \text{ м}^3$ $V_{\text{всего}} = 12,55 \text{ м}^3$	0,125
Укладка перемычек брусовых	100 шт.		0,66
Укладка перемычек уголковых	1 т.		0,316
Установка воронок сливных диаметром 150 мм(оцинкованная)	шт		8
Установка узких дверных блоков	100 м <sup>2</sup>	$S = 0,8 * 2,1 * 6 + 0,9 * 2,1 * 11 + 1,0 * 2,1 * 3 + 1,2 * 2,1 * 2 + 1,5 * 2,1 * 4 = 54,81 \text{ м}^2$	0,55
Установка широких дверных блоков	100 м <sup>2</sup>	$S = 2,0 * 2,1 * 1 + 2,4 * 2,1 * 9 = 49,56 \text{ м}^2$	0,50
Установка оконных блоков	100м <sup>2</sup>	$S = 1,2 * 1,8 * 14 + 1,8 * 1,8 * 4 + 1,8 * 2,1 * 2 = 29,16 \text{ м}^2$	0,29
Монтаж лифтовых шахт	1 блок		2
Устройство плиточных полов	100м <sup>2</sup>	$S = 517,19 \text{ м}^2$	5,17
Устройство паркета	100м <sup>2</sup>	$S = 85,8 \text{ м}^2$	0,86





Устройство керамогранитных полов	100м <sup>2</sup>	S= 79,4 м <sup>2</sup>	0,79
Устройство натяжных потолков	100м <sup>2</sup>	S= 48,6 м <sup>2</sup>	0,49
Нанесение грунта (стены)	100 м <sup>2</sup>	S=1071,43 м <sup>2</sup>	10,71
Нанесение штукатурки (стены)	100 м <sup>2</sup>	S=1071,43 м <sup>2</sup>	10,71
Поклейка виниловых обоев	100 м <sup>2</sup>	S=347,25 м <sup>2</sup>	3,47
Отделка стен керамической плиткой	100 м <sup>2</sup>	S=306,16 м <sup>2</sup>	3,06
Нанесение штукатурки(потолок )	100 м <sup>2</sup>	S=661,5 м <sup>2</sup>	6,61
Отделка стен керамогранитными плитами	100 м <sup>2</sup>	S=544,33 м <sup>2</sup>	5,44
Облицовка фасада декоративной штукатуркой	100 м <sup>2</sup>	S=2258,97 м <sup>2</sup>	22,59

#### 4.5 Ведомость грузозахватных приспособлений

Чтобы подобрать монтажный кран, нужно определить состав грузозахватных приспособлений, согласно требуемой грузоподъемности элемента.

Таблица 4.3 – Ведомость грузозахватных приспособлений

Наименование приспособления	Назначение	Эскиз	Грузоподъемность, т.	Вес, т.	Высота строповки (м)

Строп4СК1-3,2 Четырехветвево йВК -1,25 ГОСТ 25573-82	Для выгрузки и раскладки конструкций, перемещение поддонов кирпича, плит перекрытия		3,2	0,12	4
Строп двухветвевой 2СК-0,5 ВК-0,4	Монтаж перемычек		0,5	0,0072	2,5
Строп двухветвевой 2СК-5,0 ВК-4,0 концов каната	Перемещениебад ьи с бетоном		5,0	0,04	1,5
Подстропник СКП1-3,4	Перемещение поддонов кирпича		3,4	0,01	0,5



## 4.6 Выбор монтажного крана

Для стреловых самоходных кранов на гусеничном ходу или пневмоколесном ходу .

### 4.6.1 Определение монтажной массы $M_M$

$$M_M = M_э + M_Г;$$

$M_э$ - масса наиболее тяжелого элемента группы, т;

$M_Г$ - масса грузозахватных и вспомогательных устройств, т

$$M_M = 2,8 + 0,12 = 2,92 \text{ т}$$

### 4.6.2 Определение монтажной высоты подъема крюка $H_K$

$$H_K = h_0 + h_з + h_э + h_Г ,$$

$h_0$ - расстояние от уровня стоянки крана до опоры монтируемого элемента;

$h_з$ - запас по высоте (0,3÷0,5), м;

$h_э$ - высота монтируемого элемента, м;

$h_Г$ - высота грузозахватного устройства- расстояние от верха монтируемого элемента до центра крюка, м

$$H_K = 2,8 + 0,5 + 0,22 + 3,78 = 7,3 \text{ м}$$

### 4.6.3 Определение монтажного вылета крюка крана $l_K$

Для определение минимально необходимой длины стрелы  $L_c$  стрелового крана, оборудованного гуськом, предварительно необходимо:

- задаться длиной гуська  $L_Г$  и углом наклона гуська к горизонту  $\phi$ :  
длина гуська  $L_Г = 9$  м; угол  $\phi = 45^\circ$ ;

- определить оптимальный угол наклона основной стрелы крана по формуле:

$$\operatorname{tg} \alpha = \sqrt[3]{\frac{h_1}{B}}$$

где  $h_1$  – расстояние по вертикали от точки поворота основной стрелы крана до горизонтальной плоскости верха монтируемого элемента определяется по формуле:

$$h_1 = h_0 + h_з + h_э - h_{ш} = 4,3 + 0,5 + 0,22 - 2 = 3,02 \text{ м};$$

$B$  – расстояние по горизонтали между точкой сопряжения одной стрелы и гуська и точкой «d» (точка пересечения оси основной стрелы с горизонтальной плоскостью монтируемого элемента):

$$B = b + b_1 + b_2 - L_Г \cdot \cos \phi = 0,5 + 7,2 + 0,5 - 9 \cdot \cos 45 = 3,7 \text{ м};$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \sqrt[3]{\frac{3,02}{3,7}} = 0,94 \Rightarrow \alpha \approx 44^\circ$$

где  $b$  – минимальный зазор между стрелой и зданием, по технике безопасности  $b = 0,5$  м;

$b_1 = 7,2$  м – расстояние от центра тяжести до края элемента,

приближенного к стреле крана;

$b_2 = 0,5\text{ м}$  – половина толщины стрелы на уровне верха монтируемого элемента;

$b_3$  – предварительно можно задаться  $2\text{ м}$ ;

$h_{ш}$  – расстояние по вертикали от уровня стоянки крана до оси поворота крана =  $2\text{ м}$ .

Длина стрелы крана:

$$L_c = \frac{h_1}{\sin \alpha} + \frac{B}{\cos \alpha} = \frac{3,02}{0,7} + \frac{3,7}{0,72} = 9,45 \text{ м}$$

4.4.4 Определение монтажного вылета крюка основного подъема  $L_k$

Монтажный вылет крюка основного подъема определяется по формуле:

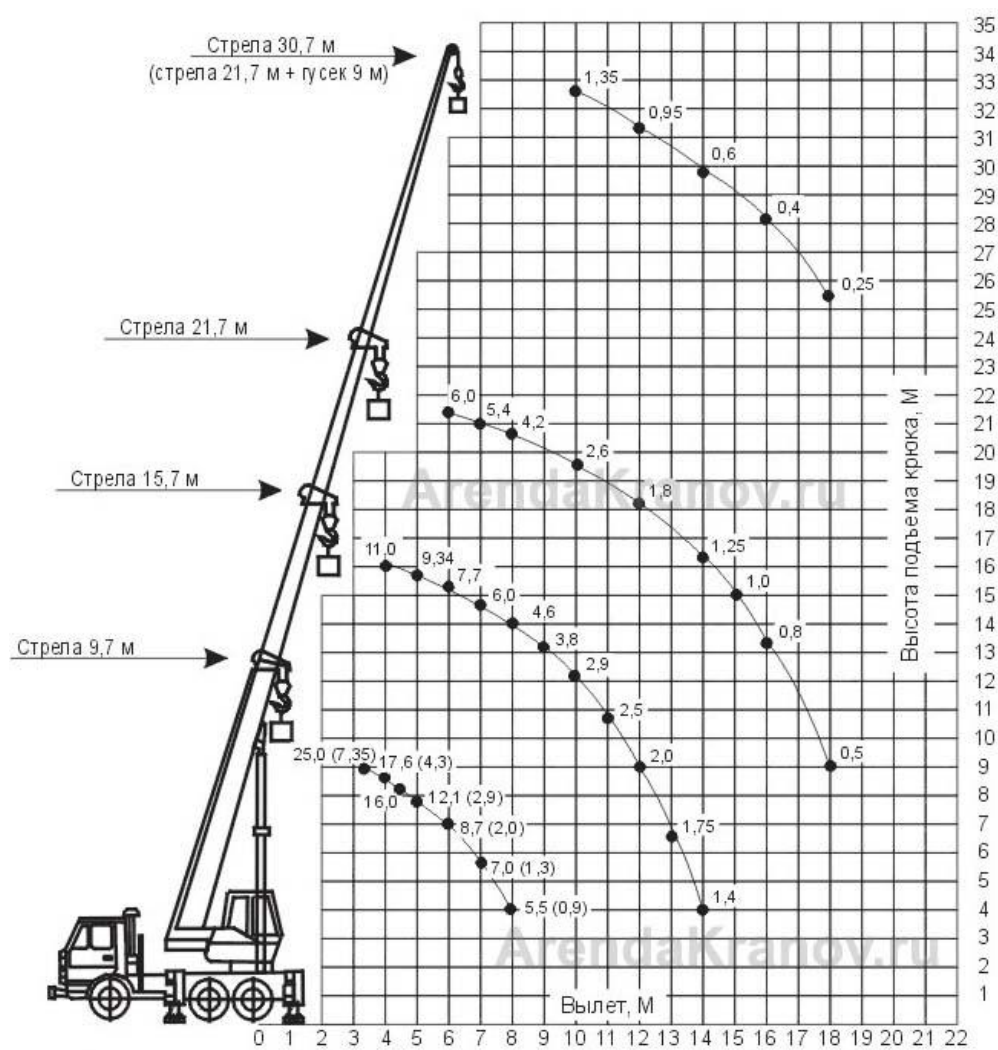
$$L_k = L_c \times \cos \alpha + b_3 = 9,45 \times 0,72 + 2 = 8,8 \text{ м}$$

Таблица 4.4 – Расчетные характеристики крана

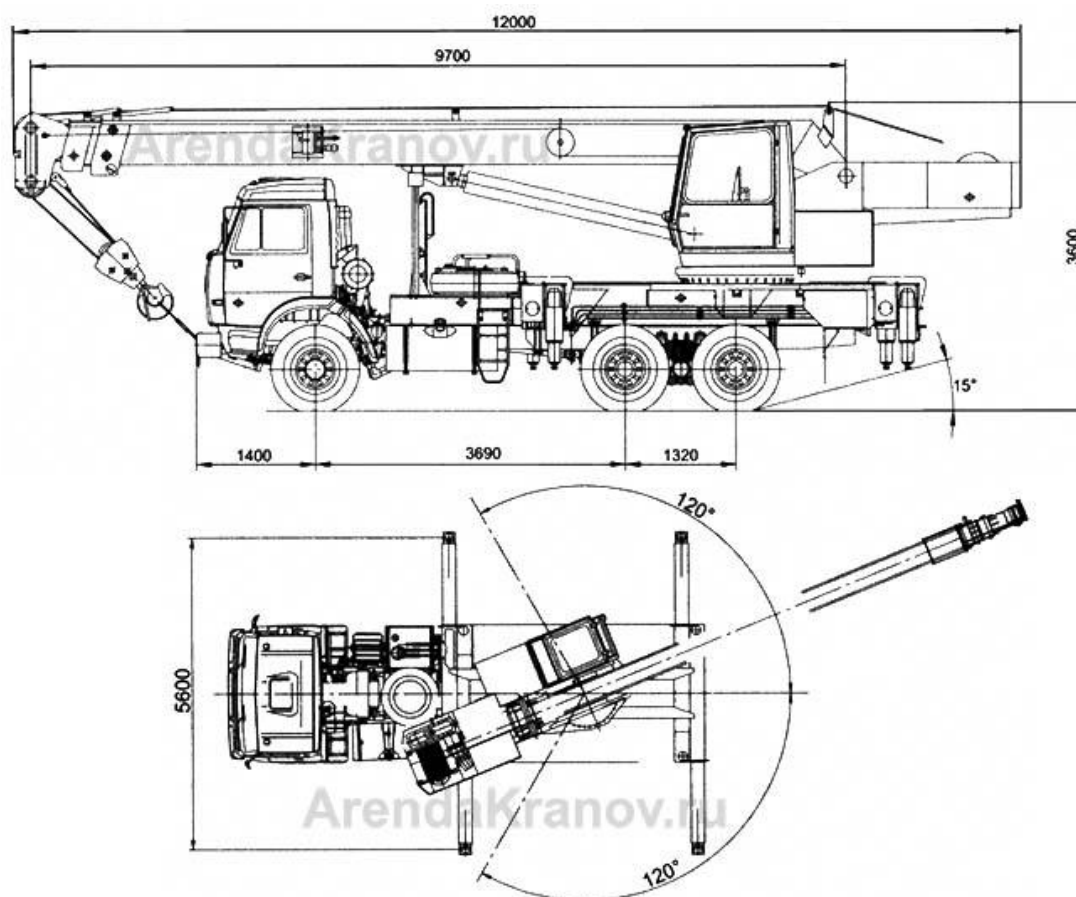
N п/ п	Наименование монтажных элементов	Расчетные показатели				
		Высота подъёма крюка, м	Угол наклона стрелы к горизонту, $\alpha$	Длина стрелы крана $L_c$ , м	Вылет крюка $L_k$ , м	Грузоподъемность крана Q, т
1	Плита перекрытия	7,3	44	9,45	8,8	2,92

Принимаем Галичанин КС-55713-1

Схема грузовысотных характеристик Галичанин КС-55713-1



Габаритные размеры автокрана Галичанин 25т



#### 4.7 Выбор и расчет транспортных средств

Основным способом доставки конструкций с заводов изготовителей на строительные площадки являются автотранспортные перевозки. При автомобильном типе покрытия дорог скорость движения автотранспортных средств, перевозящих строительные конструкции, не должна превышать 35 км/ч.

Доставка конструкций с завода АЖБИ

Требуемое количество транспортных средств для перевозки элементов определяем по формуле:

$$N_i = \frac{Q_i}{P_{cm} * c}$$

, где  $Q_i$  – масса всех элементов данного типа монтируемых в течении одних суток т/сут;

$c=1$  – количество смен работы транспорта в сутки;

$P_{cmi}$  – сменная производительность одной транспортной единицы при перевозке изделий данного типа:

$$P_{cmi} = \frac{T * P * K_b * K_r}{t_1 * t_2 * \frac{2L}{V} + t_m}$$

$T$  – количество часов в смену;

$P$  – паспортная грузоподъемность транспортных средств;

Кв– коэффициент использования транспорта во врем. 0,8;

Кг– коэффициент использования транспорта:

$$K_r = \frac{P_{\phi}}{P} \leq 1$$

Рф– фактическая грузоподъемность транспорта;

t1– время погрузки конструкций;

t2– время разгрузки конструкций;

L– расстояние от завода до объекта 1,3 км;

V – средняя скорость движения транспорта;

tт – время маневра 5÷8 мин. = 0,083÷ 0,133 часа;

Для перевозки конструкций принимаем КамАЗ-65117, платформа бортовая, с металлическими откидными бортами; размеры платформы 7800х2470мм; грузоподъемность 14 т.

Определение количества транспортных единиц.

1. Плиты перекрытия:

T=8ч; P=14 т; Кв=0,8; t1+t2=5+5=10мин=0,167 часа;

Кг=11,2/14=0,81; tт=0,083ч; V =35км/ч;

$$P_{cmi} = \frac{8 \cdot 14 \cdot 0,8 \cdot 0,81}{0,167 + 2 \cdot \frac{1,3}{35} + 0,083} = 226,81 \text{ т/см}$$

Требуемое число машино-смен:

$$N = \frac{M}{P_{cmi}} = \frac{236,61}{226,81} \approx 1,25$$

2. Перекрышки брусковые

T=8ч; P=14 т; Кв=0,8; t1+t2=5+5=10мин=0,167 часа;

Кг=11,2/14=0,81; tт=0,083ч; V =35км/ч;

$$P_{cmi} = \frac{8 \cdot 14 \cdot 0,8 \cdot 0,81}{0,167 + 2 \cdot \frac{1,3}{35} + 0,083} = 226,81 \text{ т/см}$$

Требуемое число машино-смен:

$$N = \frac{M}{P_{cmi}} = \frac{72,89}{226,81} \approx 0,5$$

3. Бетонный раствор

T=8ч; P=9 м<sup>3</sup>; Кв=0,8; t1+t2=5+5=10мин=0,167 часа;

Кг=9/9=1; tт=0,083ч; V =35км/ч;

$$P_{cmi} = \frac{8 \cdot 9 \cdot 0,8 \cdot 1}{0,167 + 2 \cdot \frac{1,3}{35} + 0,083} = 180 \text{ м}^3/\text{см}$$

Требуемое число машино-смен:

$$N = \frac{M}{P_{cmi}} = \frac{256,73}{180} \approx 1,5$$

Для перевозки бетона принимаем КамАЗ-581453, вместимость смесителя 9 м<sup>3</sup>.

Доставка конструкций с завода стальконструкции

Для перевозки конструкций принимаем КамАЗ-65117, платформа бортовая, с металлическими откидными бортами; размеры платформы 7800х2470мм; грузоподъемность 14 т.

Определение количества транспортных единиц.

1. Перемычки уголкового:

$T=8\text{ч}; P=14\text{ т}; K_B=0,8; t_1+t_2=5+5=10\text{мин}=0,167\text{ часа};$

$K_r=11,2/14=0,81; t_T=0,083\text{ч}; V=35\text{км/ч};$

$$\Pi_{\text{смi}} = \frac{8 \cdot 14 \cdot 0,8 \cdot 0,81}{0,167 + 2 \cdot \frac{1,3}{35} + 0,083} = 226,81\text{ т/см}$$

Требуемое число машино-смен:

$$N = \frac{M}{\Pi_{\text{смi}}} = \frac{236,61}{226,81} \approx 1,25$$

Доставка конструкций с завода кирпичей

Кирпич:

$T=8\text{ч}; P=14\text{ т}; K_B=0,8; t_1+t_2=5+5=10\text{мин}=0,167\text{ часа};$

$K_r=11,2/14=0,81; t_T=0,083\text{ч}; V=35\text{км/ч};$

$$\Pi_{\text{смi}} = \frac{8 \cdot 14 \cdot 0,8 \cdot 0,81}{0,167 + 2 \cdot \frac{1,3}{35} + 0,083} = 226,81\text{ т/см}$$

Требуемое число машино-смен:

$$N = \frac{M}{\Pi_{\text{смi}}} = \frac{304,63}{226,81} \approx 1,5$$

Таблица 4.5 – Данные расчета автотранспортных средств по доставке строительных конструкций.

N п/п	Наименование	Ед.и зм	Кол -во	Масс а ед, т.	Масса всех, т.	Марка маши ны	Q, т ,м <sup>3</sup>	Кол -во сме н	Кол- во маши н
1	Плиты перекрытия	шт.	67 6 23 3	2,8 2,15 1,425 1,11	236,61	Кама 3- 65117	14	1,25	1
2	Перемычки брусковые	шт.	1 6 45 4 3	0,03 0,092 0,085 0,119 0,162	72,89	Кама 3- 65117	14	0,5	1

			4 3	0,25 0,338					
3	Перемычка угловая металлическая		40	0,008	0,32	Кама 3- 65117	14	0,5	1
4	Профиль двухтавровый		4	0,011 5	0,046	Кама 3- 65117	14	0,5	1
5	Труба прямоугольно го сечения		4	0,003 3	0,0132	Кама 3- 65117	14	0,5	1
6	Акриловое стекло		6	0,037	0,22	Кама 3- 65117	14	0,5	1
7	Стеновые блоки	шт.	50 70 140 100	1,3 0,64 0,47 0,31	65 44,8 65,8 31	Кама 3- 65117	14	2	1
8	Бетон	м <sup>3</sup>	-	-	256,73	Кама 3- 58145 3	9	1,5	1
9	Кирпич	м <sup>3</sup>	-	-	304,63	Кама 3- 65117	14	7,5	1

#### 4.8 Калькуляция трудовых затрат

Определяем затраты труда для бригад и сводим эти данные в таблицу.

Трудоёмкость (Т) – определяется по формуле:

$$T = H_{\text{вр}} * V,$$

где  $H_{\text{вр}}$  - норма времени, (чел.-ч); V- объем работ

Таблица 4.6 – Калькуляция трудовых затрат



Обоснование по ГЭСН	Наименование работ	Объем работ		Затраты труда чел-ч		Машинного времени		Кол-во смен	Состав звена	График работы, дни
		Ед.изм.	Кол-во	Нвр	всего	Нвр	всего			
ГЭСН 01-01-036-2	Планировка участка бульдозером	1000м <sup>2</sup>	18,18	0,25	2,39	0,25	2,39	1	Машинист 6р-1	1
ГЭСН 01-01-003-8	Земляные работы	100м <sup>3</sup>	24,63	10,48	23,52	22,77	23,52	2	Землекоп 2р-1 Машинист 6р-5	6
ГЭСН 06-01-001-5	Устройство монолитного столбчатого фундамента в деревянной опалубке	100м <sup>3</sup>	0,83	785,92	81,54	0,68	0,07	2	Бетонщик 4 р-1 чел Арматурщик 5 разр- 1 чел. Стропальщик 4разр- 2 чел.	10
ГЭСН 08-01-003-8	Вертикальная гидроизоляция фундамента	100 м <sup>2</sup>	1,14	21,2	3,02	0,2	0,03	1	Изолировщик 3 разр- 3 чел	1
ГЭСН 06-01-026-7	Устройство монолитной колонны в деревянной опалубке	100м <sup>3</sup>	0,117	2301	33,65	0,19	1,54	2	Бетонщик 4 р-1 чел Арматурщик 5 разр- 2 чел. Стропальщик 4разр- 2 чел.	2,5
ГЭСН 06-01-024-9	Устройство фундамента под приямок в деревянной опалубке	100м <sup>3</sup>	0,36	417,72	18,8	0,13	1,1	2	Бетонщик 4 р-1 чел Стропальщик 4разр- 1 чел.	5
ГЭСН 01-02-005-1	Уплотнение грунта под полы	1000м <sup>3</sup>	0,083	12,53	0,13	3,04	0,03	1	землекоп 3р-1 чел	0,5
ГЭСН 11-01-014-02	Устройство бетонной подготовки под полы в подвале	100 м <sup>2</sup>	3,88	33,5	16,25	12,18	5,91	2	Бетонщик 3р-1	3
ГЭСН 11-01-004-05	Гидроизоляция пола подвала	100 м <sup>2</sup>	3,52	26,97	11,87	0,43	0,19	2	Изолировщик 3 разр- 3 чел	2
ГЭСН 11-01-009-01	Устройство утеплителя пола подвала	100 м <sup>2</sup>	3,52	28,38	12,45	1,16	0,51	2	Изолировщик 3 разр- 2 чел	3,5
ГЭСН 11-01-011-03	Устройство монолитной стяжки	100 м <sup>2</sup>	3,52	44,65	19,65	2,95	1,3	2	Машинист вакуумной установки 5 разр-1	2,5
ГЭСН 07-05-001-3	Устройство стеновых блоков	100 шт	3,6	104,01	46,81	48,02	21,61	2	Машинист крана 5 разр-1 Монтажник конструкций 6разр-3	6
ГЭСН 06-01-024-7	Устройство монолитных участков стен в деревянной опалубке	100м <sup>3</sup>	0,074	722,16	6,67	38,95	0,36	2	Бетонщик 4 р-1 чел Стропальщик 4разр- 1 чел.	2
ГЭСН 08-02-001-01	Кладка стен (в т.ч. перегородки)	1м <sup>3</sup>	273,53	5,4	184,63	0,4	13,68	1	Каменщик 4 разр-3 чел Каменщик 2 разр- 3 чел.	31
ГЭСН 07-	Монтаж	100 шт	0,66	141,6	11,68	50,18	4,14	1	Каменщик 4	6

01-02-14	брусковых перемычек			4					разр-1 чел Машинист крана 5 разр.- 1 чел	
ГЭСН 07- 01-02-14	Монтаж уголковых металлических перемычек	1 т	0,316	63,28	2,5	4,01	0,19	1	Каменщик 4 разр-1 чел Машинист крана 5 разр.- 1 чел	2,5
ГЭСН 29- 01-216-1	Устройство лестничных маршей и площадок	100м <sup>3</sup>	0,125	3993	62,39	36,54	0,57	2	Бетонщик 4 р-2 чел Стропальщик 4разр- 2 чел.	4
ГЭСН 06- 01-034-2	Устройство монолитного ригеля в деревянной опалубке	100м <sup>3</sup>	0,27	1749, 3	59,04	95,85	3,23	2	Бетонщик 4 р-1 чел Арматурщик 5 разр- 2 чел. Стропальщик 4разр- 2 чел.	6
ГЭСН 06- 01-035-1	Устройство монолитного сейсмопояса в деревянной опалубке	100м <sup>3</sup>	0,04	1016, 2	5,08	72,31	0,36	2	Бетонщик 4 р-1 чел Арматурщик 5 разр- 2 чел. Стропальщик 4разр- 2 чел.	1
ГЭСН 07- 01-027-01	Укладка плит перекрытий	100 шт	0,5	223,1 1	13,94	31,98	2	1	Монтажник 4 разр.- 1 чел Машинист крана 6 разр.- 1 чел	7
ГЭСН 06- 01-041-3	Устройство монолитных участков перекрытия в деревянной опалубке	100м <sup>3</sup>	0,097	678,5	8,23	25,59	0,31	2	Бетонщик 4 р-1 чел Арматурщик 5 разр- 2 чел. Стропальщик 4разр- 2 чел.	2,5
ГЭСН 11- 01-002-03	Устройство подстилающего гравийного слоя под отмостку	1м <sup>3</sup>	8,4	3,66	3,84	0,48	0,5	1	Бетонщик 3 разр. – 2чел	2
ГЭСН 11- 01-015-01	Устройство бетонной отмостки шириной 1 м	100м <sup>2</sup>	0,84	40,43	4,24	2,84	0,3	2	Бетонщики 3 разр. – 2чел	2,5
ГЭСН 07- 01-029-29	Укладка плит покрытий	100 шт	0,54	202,3	13,66	41,96	2,83	2	Монтажник 4 разр.- 2 чел Машинист крана 6 разр.- 1 чел	3
ГЭСН 12- 02-015-3	Пароизоляция кровли	100м <sup>2</sup>	4,38	7,04	3,85	0,21	0,11	2	Изолировщик 3 разр- 1 чел Изолировщик 2 разр- 2 чел	3

ГЭСН 12-01-013-05	Утепление кровли	100м <sup>2</sup>	4,38	33,9	18,56	2,87	1,57	2	Изолировщик 3 разр- 1 чел Изолировщик 2 разр- 2 чел	3
ГЭСН 12-01-017-01	Устройство цементно-песчаная стяжки	100м <sup>2</sup>	4,38	27,22	14,9	1,94	1,06	1	Изолировщик 4 разр- 2 чел Изолировщик 3 разр- 3 чел	3
ГЭСН 12-01-002-09	Покрытие (бикрост)	100м <sup>2</sup>	4,38	14,36	7,86	0,29	0,16	2	Изолировщик 3 разр- 1 чел Изолировщик 2 разр- 1 чел	2
ГЭСН 08-02-011-11	Устройство парапета из кирпича	1м <sup>3</sup>	31,1	5,4	20,99	7,58	1,52	1	Каменщик 4 разр-1 чел	6
ГЭСН 09-01-005-03	Монтаж металлического купола	1 т	0,279	24,51	0,85	7,54	0,26	1		2
ФЕР09-04-010-03	Остекление купола	1м <sup>2</sup>	37,52	1,18	5,53	0,01	0,05	1	Машинист крана 6 разр- 1 чел. Монтажник конструкций 5 разр-2 чел.	3
ФЕР10-01-039-01	Установка деревянных дверей	100м <sup>2</sup>	0,55	92,92	6,39	10,52	0,72	1	Плотник 1 разр- 3чел	3,5
ФЕР10-01-039-01	Установка стальных дверей	100м <sup>2</sup>	0,5	437,9 2	27,37	19,31	1,21	1	Машинист крана 5 разр-1 чел.	7
ФЕР10-01-034-04	Установка окон	100м <sup>2</sup>	0,29	161,3 3	5,85	4,23	0,15	1	Машинист крана 5 разр-1 чел. Плотник 4 разр- 1чел	3
Прасйс-лист	Монтаж лифтового блока	1 блок	2	628	157	47,02	11,76	1	Монтажник конструкций 5 разр-2 чел. Машинист крана 6 разр-2 чел.	10
ФЕР15-01-001-02	Отделочные работы	100м <sup>2</sup>	40,49	3721, 54			6,9	2	Облицовщик-плиточник  4 разр. –2 чел	93
ФЕР15-01-001-03	Устройство полов	100м <sup>2</sup>	6,82	364,8 4		1,36	55,32	2	Плиточник 4 разр. – 2 чел	18
ФЕР15-02-008-01	Облицовка фасада декоративной штукатуркой	100 м <sup>2</sup>	22,59	70,88	200,14	-	-	2	Штукатур маляр – 4р.	19

#### 4.9 Расчет численно-квалификационного состава бригады и звеньев

Для определения состава бригады будем пользоваться календарным графиком производства работ.

Общее количество рабочих в бригаде получим делением общей

трудоемкости на заданную продолжительность работ.

$$K = \frac{T_p}{D_n * C * 8} * 100 = \frac{3843,73}{138 * 85 * 8} * 100 = 4,09 = 4 \text{ чел.},$$

где  $T_p$  - общая трудоемкость работ, чел-дн;  $D_n$  - срок выполнения работ; С- средний процент выполнения норм от выработки ; 8 – среднее число человеко-часов в смену.

Количество рабочих каждой профессии и разряд определяем по калькуляции и потребности рабочих в каждом звене, результаты сводим в таблицу 5.

Таблица 4.7 - Численно-квалификационного состава бригады и звеньев

Специальность	Разряд	Кол-во рабочих	
		В звене	В бригаде
Машинист	6	1	2
	5	1	
Землекоп	3	1	1
Бетонщик	4	1	2
	3	1	
Арматурщик	5	1	1
Плотник	4	1	2
	3	1	
Изолировщик	4	1	3
	3	1	
	2	1	
Каменщик	4	2	4
	2	2	
Монтажник	5	1	3
	4	2	
Стропальщик	4	2	2
Кровельщик	3	1	1
Электросварщик	3	1	1
Штукатур	4	2	3
	3	1	
Облицовщик-плиточник	4	2	2

Подсобный рабочий	1	1	1
----------------------	---	---	---

#### 4.10 Расчет монтажных и безопасных зон работы крана

При размещении строительных машин на строительном генеральном плане устанавливают зоны работы машин.

Монтажной зоны называют пространство, где возможно падение груза при монтаже, согласно СНиП III-4-80 зона равна контуру здания, плюс 7 м при высоте здания до 20 м.

Рабочей зоной крана называют пространство, находящееся в пределах линии описываемой крюком крана (равно вылету стрелы):  $R_{\text{раб}} = R_{\text{max}} = 15 \text{ м}$

Опасной зоной работы крана называют пространство, где возможно падение груза при его перемещении с учетом вероятного рассеивания при падении определяется по формуле:

$$R_{\text{оп}} = R_{\text{max}} + 0,5l_{\text{max}} + l_{\text{без}},$$

Где  $R_{\text{max}}$  - максимальный рабочий вылет стрелы крана, равен 15 м

$0,5l_{\text{max}}$  - от стоянки крана до монтируемого элемента (до середины его)

$$R_{\text{max}} = 0,5 * 9,45 = 4,73 \text{ м}$$

$l_{\text{без}}$  - дополнительное расстояние для безопасной работы, принимают 7 м при высоте возможного падения до 20 м.

$$R_{\text{оп}} = 4,73 + 7 = 11,73 \text{ м.}$$

#### 4.11 Расчет временных административно-бытовых зданий

К административным зданиям относятся: КПП, прорабская, диспетчерская; к санитарно-бытовым: гардеробная, туалет.

Потребность при строительстве объекта в административно-бытовых зданиях определяются из расчетной численности персонала.

Число рабочих принимают из графика движения рабочей силы  $N = 40$  чел. Для расчета берут максимальное количество рабочих в первую смену, т.е. 70% от количества рабочих в две смены. ИТР и служащих принимают 10% (2 чел), МОП и пожарно-сторожевая охрана – 2% (1 чел.) от количества рабочих. Площади административно-бытовых зданий рассчитываются по нормативным, затем по расчетным площадям выбирают конкретные помещения. Для этого применяют инвентарные временные здания следующего типа: сборно-разборные, контейнерные и передвижные.

Таблица 4.8 - Выбор временных зданий и сооружений

Наименование помещений	Назначение	Ед.изм	Нормативный показатель	Рабочая площадь
------------------------	------------	--------	------------------------	-----------------

Гардеробная	Переодевание и хранение уличной спецодежды	м <sup>2</sup> двойной шкаф	0,7 на 1 чел.	28
			1 на 1 чел.	40
Прорабская	Площадь на ИТР и размещение административно-бытового технического персонала	м <sup>2</sup>	24 на 5 чел.	9,6
Диспетчерская	Контроль ведения движения на строительной площадке	м <sup>2</sup>	24 на 5 чел.	8,33
КПП	Контроль вход/выхода движения автотранспорта и рабочих	м <sup>2</sup>	7 на 2 чел	11,42
Душевая	Санитарно-гигиеническое обслуживание рабочих	м <sup>2</sup> (жен.)	0,2 на 1 чел	4
		м <sup>2</sup> (муж.)	0,2 на 1 чел	4
Буфет	Обеспечение рабочих горячим питанием	м <sup>2</sup>	0,6 на 1 чел	24

Таблица 4.9 - Инвентарные здания и сооружения

Система	Тип здания	Размеры в плане, м	Количество	Назначение
Блок-контейнер с базальтовым утеплителем	Металлические бытовки	5x3	1	Гардеробная
Блок-контейнер с базальтовым утеплителем	Металлические бытовки	2x3	1	Диспетчерская
Блок-контейнер с базальтовым утеплителем	Металлические бытовки	3,5x3	1	Прорабская
Блок-контейнер с базальтовым утеплителем	Металлические бытовки	5x3	1	КПП
Блок-контейнер с базальтовым утеплителем	Вагончик	2x4	1	Душевая
Блок-контейнер с базальтовым утеплителем	Металлические бытовки	4x6	1	Буфет
-	Туалет	3,33x4	1	Туалет

	деревянный			
--	------------	--	--	--

#### 4.12 Проектирование временных дорог

Для нужд строительства используются постоянные и временные автодороги, которые размещаются в зависимости от принятой схемы движения автотранспорта. Схема движения на строительной площадке разрабатывается исходя из принятой технологии очередности производства строительно-монтажных работ, расположения зон хранения и вида материалов.

Конструкции временных дорог принимают в зависимости от интенсивности движения, типа машин, несущей способности грунтов. Принимаем естественные грунтовые дороги.

Основные параметры временных дорог при числе полос движения-1:

ширина полосы движения – 3,5 м,

ширина проезжей части – 3,5 м,

ширина земляного полотна – 6 м,

наименьшие радиусы кривых в плане – 12 м.

При трассировке дорог должны соблюдаться минимальные расстояния в соответствии с ТБ:

между дорогой и складской площадью: 0,5-1 м

между дорогой и ограждением площадки: 1,5 м.

#### 4.13 Расчет площади приобъектно госклада

На строительной площадке организуют для хранения материалов приобъектные склады, которые могут быть организованы в виде

- открытых складских площадок в зоне действия монтажного крана и механизмов;

- закрытых складов для хранения дорогостоящих или портящихся на открытом воздухе материалов (цемента, извести, гипса, гвоздей и спецодежды)

Для перекрытий, покрытий, лестничных маршей предусмотрены закрытые площадки

При проектировании складов решаются три основных вопроса:

- определить необходимые запасы материалов, подлежащих хранению;

- рассчитать площади по видам хранения;

-выбрать типы складов и разместить их вблизи дорог.

Запас материалов конструкций определяем по формуле:

$$P_{\text{скл}} = T_{\text{общ}} / T * T_{\text{н}} * K_1 * K_2$$

$$P_{\text{скл}} = \frac{863,66}{39 * 5 * 1,1 * 1,3} = 3,1$$

где  $T_{\text{общ}}$  - количество материалов и конструкций, необходимое для строительства;

$T$  - продолжительность работ, выполняемых с использованием этих материалов, дней (по календарному плану);

$T_n$  - норма запасов материалов, дней (для ж/б изделий при дальности доставки до 50 км 5..10 дней, для металлоконструкций 8-12 дней);

$K_1$  - коэффициент неравномерности поступления материалов на склад (для автотранспорта 1,1);

$K_2$  — коэффициент потребления материалов (1,3).

Полезная площадь склада определяется по формуле:

$$F_{\text{скл}} = P_{\text{скл}} \cdot f$$

$$F_{\text{скл}} = 3,1 \cdot 9 = 27,9 \text{ м}^2$$

где  $f$  - нормативная площадь на единицу складировемого материала

Площадь подъездных путей и дорог вычисляется отдельно от полезной, с учетом длины складов, типов применяемых кранов и транспортных средств. Проходы между штабелями устраивают не реже, чем через два штабеля в продольном направлении и не реже, чем через 25 м в поперечном направлении. Ширина прохода 0,7 м, зазоры между смежными штабелями 0,2 м.

Плиты покрытий укладываются в штабеля высотой не более 2,5 м,

Общая площадь складов определяется по формуле:

$$F_{\text{общ}} = F_{\text{скл}} / K_{\text{исп}}$$

$$F_{\text{общ}} = 27,9 / 0,4 = 69,75 \text{ м}^2$$

где  $K_{\text{исп}}$  - коэффициент использования площади складов, равный для закрытого склада при штабельном хранении ж/б изделий 0,4 -0,6;

## 5 Экономика строительства

В данном разделе определена сметная стоимость строительства здания крематория в г. Абакане – локальная смета на общестроительные работы.



## 6 Охрана труда и техника безопасности

### 6.1 Общие положения

Общие положения безопасности условий труда в строительстве Согласно СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1 [15] организация и выполнение работ в строительном производстве, промышленности строительных материалов и строительной индустрии должны осуществляться при соблюдении законодательства Российской Федерации об охране труда.

Ответственные за состояние техники безопасности — мастера и прорабы в пределах порученных им участков работы. Руководство охраной труда, ее обеспечение и ответственность за ее состояние возлагают на главных инженеров и начальниковстроек, а также на специально назначенных работников службы техники безопасности. Инженерно-техническим работникам поручено не только обеспечивать безопасную организацию производства, обучение и снабжение рабочих спецодеждой и средствами индивидуальной защиты, но и осуществлять контроль за применением и правильным использованием спецодежды и защитных приспособлений, за соблюдением правил техники безопасности.

### 6.2 Требования безопасности к обустройству и содержанию строительной площадки, участков работ и рабочих мест

Устройство строительной площадки, ее техническая эксплуатация должны соответствовать требованиям строительных норм и правил, государственных стандартов, санитарных, противопожарных, экологических и других действующих нормативных документов. Строительная площадка и участки работ в населенных пунктах или на территории организации во избежание доступа посторонних лиц должны быть ограждены. Конструкция защитных ограждений должна удовлетворять следующим требованиям: высота ограждения строительной площадки должна быть не менее 1,6 м, а участков работ — не менее 1,2 м; ограждения, примыкающие к местам массового прохода людей, должны иметь высоту не менее 2 м и оборудованы сплошным защитным козырьком. Места прохода людей в пределах опасных зон должны иметь защитные ограждения. Входы в строящиеся здания (сооружения) должны быть защищены сверху козырьком шириной не менее

2 м от стены здания. У въезда на строительную площадку необходимо устанавливать схему внутривозвратных дорог и проездов с указанием мест складирования материалов и конструкций, мест разворота транспортных средств, объектов пожарного водоснабжения и пр. Внутренние автомобильные дороги строительной площадки должны соответствовать строительным нормам и правилам и оборудованы соответствующими дорожными знаками, регламентирующими порядок движения транспортных средств и строительных машин. На строительной площадке, участках работ и рабочих местах работники должны быть обеспечены питьевой водой, расстояние до которой не более 75 м. Качество воды должно соответствовать санитарным требованиям. Строительные площадки, участки работ и рабочие места, проезды и подходы к ним в темное время суток должны быть освещены в соответствии с требованиями государственных стандартов. Для работающих на открытом воздухе должны быть предусмотрены навесы для укрытия от атмосферных осадков. При температуре воздуха на рабочих местах ниже 10 град. С работающие на открытом воздухе или в неотапливаемых помещениях должны быть обеспечены помещениями для обогрева. В темное время суток указанные ограждения должны быть освещены электрическими сигнальными лампочками напряжением не выше 42 В. Проходы на рабочих местах и к рабочим местам должны отвечать следующим требованиям: - ширина одиночных проходов к рабочим местам и на рабочих местах должна быть не менее 0,6 м, а высота таких проходов в свету - не менее 1,8 м; - лестницы или скобы, применяемые для подъема или спуска работников на рабочие места, расположенные на высоте более 5 м, должны быть оборудованы устройствами для закрепления фала предохранительного пояса (канатами с ловителями и др.). При выполнении работ на высоте, внизу, под местом работ, необходимо выделить опасные зоны. [15]

### 6.3 Требования безопасности при складировании материалов и конструкций

Материалы (конструкции) следует размещать в соответствии с требованиями настоящих норм и правил и межотраслевых правил по охране труда на выровненных площадках, принимая меры против самопроизвольного смещения, просадки, осыпания и раскатывания складываемых материалов. Складские площадки должны быть защищены от поверхностных вод. Запрещается осуществлять складирование материалов, изделий на насыпных неуплотненных грунтах. Материалы, изделия, конструкции и оборудование при складировании на строительной площадке и рабочих местах должны укладываться следующим образом: кирпич в пакетах на поддонах - не более чем в два яруса, в контейнерах в один ярус,

без контейнеров - высотой не более 1,7 м; мелкосортный металл - в стеллаж высотой не более 1,5 м; санитарно - технические и вентиляционные блоки - в штабель высотой не более 2 м на подкладках и с прокладками; рулонные материалы - вертикально в 1 ряд на подкладках; черные прокатные металлы (двутавровые балки, уголки, трубы квадратного сечения) - в штабель высотой до 1,5 м на подкладках и с прокладками. Между штабелями (стеллажами) на складах должны быть предусмотрены проходы шириной не менее 1 м и проезды, ширина которых зависит от габаритов транспортных средств и погрузочно - разгрузочных механизмов, обслуживающих склад. [135]

## 6.4 Обеспечение пожаробезопасности

В местах, содержащих горючие или легковоспламеняющиеся материалы, курение должно быть запрещено, а пользование открытым огнем допускается только в радиусе более 50 м. Не разрешается накапливать на площадках горючие вещества (жирные масляные тряпки, опилки или стружки и отходы пластмасс), их следует хранить в закрытых металлических контейнерах в безопасном месте. Противопожарное оборудование должно содержаться в исправном, работоспособном состоянии. Проходы к противопожарному оборудованию должны быть всегда свободны и обозначены соответствующими знаками. На рабочих местах, где применяются илиготавливаются клеи, мастики, краски и другие материалы, выделяющие взрывоопасные или вредные вещества, не допускаются действия с использованием огня или вызывающие искрообразование. Эти рабочие места должны проветриваться. Электроустановки в таких помещениях (зонах) должны быть во взрывобезопасном исполнении. Кроме того, должны быть приняты меры, предотвращающие возникновение и накопление зарядов статического электричества. Рабочие места, опасные во взрыво- или пожарном отношении, должны быть укомплектованы первичными средствами пожаротушения и средствами контроля и оперативного оповещения об угрожающей ситуации. [15]

## 6.5 Техника безопасности при производстве работ

### 6.5.1 Безопасность труда при производстве земляных работах

При выполнении земляных работ, связанных с размещением рабочих мест в выемках и траншеях, предусмотрены мероприятия по предупреждению воздействия на работников следующих опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером работы:

- обрушающиеся грунты;
- падающие предметы ;
- движущиеся машины и их рабочие органы, а также передвигаемые

ими предметы;

- повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.

При размещении рабочих мест в выемках их размеры, принимаемые в проекте, должны обеспечивать размещение конструкций, оборудования, оснастки, а также проходы на рабочих местах и к рабочим местам шириной в свету не менее 0,6 м, а на рабочих местах - также необходимое пространство в зоне работ. Для прохода на рабочие места устанавливаются трапы и маршевые лестницы шириной не менее 0,6 м с ограждениями и приставные лестницы (деревянные - длиной не более 5 м).

#### 6.5.2 Безопасность труда при производстве бетонных работ

При подаче, укладке и уходе за бетоном, заготовке и установке арматуры, а также установке и разборке опалубки (далее - выполнении бетонных работ) необходимо предусматривать мероприятия по предупреждению воздействия на работников опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером работы:

- расположение рабочих мест вблизи перепада по высоте 1,3 м и более;
- движущиеся машины и передвигаемые ими предметы;
- обрушение элементов конструкций;
- шум и вибрация;

повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.

При наличии опасных и вредных производственных факторов, указанных в п. 7.1.1 [15], безопасность бетонных работ должна быть обеспечена на основе выполнения содержащихся в организационно-технологической документации (ПОС, ППР «Бетонные работы») следующих решений по охране труда:

- Для защиты от механических воздействий, воды, щелочи бетонщики обязаны использовать костюмы брезентовые или костюмы для защиты от воды из синтетической ткани с пленочным покрытием

- Бетонщики обязаны использовать дежурные средства индивидуальной защиты, в том числе:

- при работах на уклонах более 20°, а также отсутствии ограждений рабочего места на высоте - предохранительные пояса;

- при работе с отбойными молотками - антивибрационные рукавицы и защитные очки;

при работе с электровибраторами, а также работах по электропрогреву  
- диэлектрические перчатки и сапоги.

- При нахождении на территории стройплощадки бетонщики должны носить защитные каски.

При монтаже опалубки, а также установке арматурных каркасов следует руководствоваться требованиями раздела 8 [15] "Монтажные работы" настоящих норм и правил.

### 6.5.3 Безопасность труда при производстве монтажных работ

При монтаже железобетонных и стальных элементов конструкций, оборудования (далее - выполнении монтажных работ) необходимо предусматривать мероприятия по предупреждению воздействия на работников следующих опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером работы:

- расположение рабочих мест вблизи перепада по высоте 1,3 м и более;
- передвигающиеся конструкции, грузы;
- обрушение незакрепленных элементов конструкций зданий и сооружений;
- падение вышерасположенных материалов, инструмента;
- опрокидывание машин, падение их частей;
- повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.

При наличии опасных и вредных производственных факторов, указанных в п.8.1.1 [15], безопасность монтажных работ должна быть обеспечена на основе выполнения содержащихся в организационно-технологической документации (ПОС, ППР «Монтажные работы».) следующих решений по охране труда:

- определение марки крана, места установки и опасных зон при его работе;
- обеспечение безопасности рабочих мест на высоте;
- определение последовательности установки конструкций;

- обеспечение устойчивости конструкций и частей здания в процессе сборки;

- определение схем и способов укрупнительной сборки элементов конструкций.

На участке (захватке), где ведутся монтажные работы, не допускается выполнение других работ и нахождение посторонних лиц.

При возведении зданий и сооружений запрещается выполнять работы, связанные с нахождением людей в одной захватке (участке) на этажах (ярусах), над которыми производятся перемещение, установка и временное закрепление элементов сборных конструкций и оборудования.

При невозможности разбивки зданий и сооружений на отдельные захватки (участки) одновременное выполнение монтажных и других строительных работ на разных этажах (ярусах) допускается только в случаях, предусмотренных ППР, при наличии между ними надежных (обоснованных соответствующим расчетом на действие ударных нагрузок) междуэтажных перекрытий.

Монтаж конструкций каждого вышележащего этажа (яруса) здания следует производить после закрепления всех установленных монтажных элементов по проекту и достижения бетоном (раствором) стыков несущих конструкций прочности, указанной в ППР.

Окраску и антикоррозионную защиту конструкций и оборудования в случаях, когда они выполняются на строительной площадке, следует производить, как правило, до их подъема на проектную отметку. После подъема производить окраску или антикоррозионную защиту следует только в местах стыков и соединений конструкций.

Распаковка и расконсервация подлежащего монтажу оборудования должны производиться в зоне, отведенной в соответствии с ППР, и осуществляться на специальных стеллажах или прокладках высотой не менее 100 мм.

При расконсервации оборудования не допускается применение материалов с взрывопожароопасными свойствами.

При монтаже каркасных зданий устанавливать последующий ярус каркаса допускается только после установки ограждающих конструкций или временных ограждений на предыдущем ярусе.

Монтаж лестничных маршей и площадок зданий (сооружений) должен осуществляться одновременно с монтажом конструкций здания. На смонтированных лестничных маршах следует незамедлительно устанавливать ограждения.

#### 6.5.4 Безопасность труда при производстве каменных работ

При выполнении каменных работ необходимо предусматривать мероприятия по предупреждению воздействия на работающих следующих опасных и вредных производственных факторов:

- расположение рабочих мест вблизи перепада по высоте 1,3 м и более;
- падение вышерасположенных материалов, конструкций и инструмента;
- самопроизвольное обрушение элементов конструкций;
- движущиеся части машин и передвигаемые ими конструкции и материалы.

При наличии опасных и вредных производственных факторов, указанных в п. 9.1.1 [15], безопасность каменных работ должна быть обеспечена на основе выполнения содержащихся в организационно-технологической документации (ПОС, ППР «Каменные работы») следующих решений по охране труда:

- организация рабочих мест с указанием конструкции и места установки необходимых средств подмащивания, грузозахватных устройств, средств контейнеризации и тары;
- последовательность выполнения работ с учетом обеспечения устойчивости возводимых конструкций;
- определение конструкции и мест установки средств защиты от падения человека с высоты и падения предметов вблизи здания;
- дополнительные меры безопасности по обеспечению устойчивости каменной кладки в холодное время года.

При монтаже перекрытий и других конструкций необходимо выполнять требования раздела 8 настоящих норм и правил. [15]

#### 6.5.5 Безопасность труда при производстве отделочных работ

При выполнении отделочных работ (штукатурных, малярных, облицовочных, стекольных) необходимо предусматривать мероприятия по предупреждению воздействия на работников следующих опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером работы:

- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- расположение рабочего места вблизи перепада по высоте 1,3 м и более;
- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях отделочных материалов и конструкций;
- недостаточная освещенность рабочей зоны.

При наличии опасных и вредных производственных факторов, указанных в п.10.1.1 [13], безопасность отделочных работ должна быть обеспечена на основе выполнения содержащихся в организационно-технологической документации (ПОС, ППР «Отделочные работы») следующих решений по охране труда:

- В качестве средств подмащивания необходимо применять, как правило, инвентарные средства подмащивания (подмости сборно-разборные, подмости передвижные с перемещаемым рабочим местом, столики и др.), оборудованные ограждениями.

Запрещается применять в качестве подмостей случайные средства подмащивания (ящики, бочки, ведра и т.п.)

- При работе с растворами, имеющими химические добавки, необходимо использовать средства индивидуальной защиты (резиновые перчатки, защитные мази и др.), предусмотренные в технологической карте на проведение штукатурных работ.

При выполнении отделочных работ следует выполнять требования настоящих норм и правил, при выполнении окрасочных работ следует выполнять требования межотраслевых правил по охране труда.

Отделочные составы и мастики следует готовить, как правило, централизованно. При их приготовлении на строительной площадке необходимо использовать для этих целей помещения, оборудованные вентиляцией, не допускающей превышение предельно допустимых



концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Помещения должны быть обеспечены безвредными моющими средствами и теплой водой.

#### 6.5.6 Безопасность труда при производстве кровельных работ

При выполнении кровельных работ по устройству мягкой кровли из рулонных материалов и металлической кровли необходимо предусматривать мероприятия по предупреждению воздействия на работников следующих опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером работы:

- расположение рабочего места вблизи перепада по высоте 1,3 м и более;
- повышенная загазованность воздуха рабочей зоны;
- повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов и воздуха рабочей зоны;
- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях оборудования, материалов;
- повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека.

При наличии опасных и вредных производственных факторов, указанных в п. 13.1.1 [15], безопасность кровельных работ должна быть обеспечена на основе выполнения содержащихся в организационно-технологической документации (ПОС, ППР «Кровельные работы») следующих решений по охране труда:

- организация рабочих мест на высоте, пути прохода работников на рабочие места, особые меры безопасности при работе на крыше с уклоном;
- меры безопасности при приготовлении и транспортировании горячих мастик и материалов;
- методы и средства для подъема на кровлю материалов и инструмента, порядок их складирования, последовательность выполнения работ.

При применении в конструкции крыш горючих и трудногорючих утеплителей наклеивка битумных рулонных материалов газопламенным способом разрешается только по устроенной на них цементно-песчаной или

асфальтовой стяжке.

## 7 Оценка воздействия на окружающую среду

### 7.1 Общие сведения о проектируемом объекте

Участок располагается на периферии города Абакана юго-восточной стороны и занимает территорию общей площадью 19 га. Исследуемый земельный участок располагается в селитебной зоне города.

Дороги для подъезда к данному микрорайону находятся в хорошем состоянии, асфальтовое покрытие не требует ремонта.

Положительным критерием с точки зрения ландшафта и экологии является близость рассматриваемого земельного участка к приграничной зоне обводной дамбы. То же самое можно сказать о наличии объектов бытового обслуживания – имеется ряд продуктовых и хозяйственно-бытовых магазинов, закусочная.

В данном районе присутствуют элементы озеленения, все они групповой посадки и являются организованными, однако для современного градостроительного благоустройства требуется улучшение объектов ландшафтной архитектуры. На участке имеется многолетняя растительность в виде травяного покрова и отдельно стоящих деревьев.

В данном пункте указаны климатические характеристики, фоновые концентрации основных загрязняющих веществ согласно табл. 4.1 .

Таблица 7.1 – Характеристики состояния воздушного бассейна района расположения объекта

Наименование показателя	Единица измерения	Величина показателя
1. Климатические характеристики:		
- тип климата		Резко континентальный
средние температуры воздуха по месяцам:	°C	
I		-25,5
II		-18,5
III		-8,5
IV		2,9
V		10,5
VI		19,5
VII		17,3
XII		19,5
IX		16,4

	X		9,9
	XI		1,6
	VIII		-9,5
			-17,9
средняя температура воздуха наиболее холодного месяца		<sup>0</sup> С	-25,5
средняя и максимальная температура воздуха самого жаркого месяца		<sup>0</sup> С	+19,5
продолжительность периода с положительными температурами воздуха		дней	172
среднее количество осадков за год		мм	327
распределение осадков в течение года по месяцам:		%	
	I		6
	II		6
	III		6
	IV		11
	V		36
	VI		54
	VII		64
	XII		57
	IX		41
	X		24
	XI		11
	VIII		11
- ветровой режим:			
максимальная скорость ветра		м/сек	6,5
2. Характеристики загрязнения атмосферы:			
- основные характеристики загрязнения воздуха:			
виды загрязняющих веществ, среднегодовые и среднесезонные концентраций загрязняющих веществ:		мг/м <sup>3</sup>	
бенз(а)пирен			3,2
взвешенные вещества			1,6
формальдегид			2,4
- основные источники загрязнения атмосферы в районе строительства			-
- сведения о выпадении на рассматриваемую территорию вредных веществ и химизме осадков (в т.ч. по кислотным и радиационным осадкам)			-

## 7.2 Оценка воздействия на окружающую среду от строительства объекта

Загрязнение атмосферного воздуха происходит в результате поступления в него:

- продуктов сгорания топлива;
- сварочных работ;
- лакокрасочных работ;
- образования пыли.

## Расчёт выбросов от продуктов сгорания топлива

При строительстве применяется следующая техника:

- экскаватор (2 ед.; дизельный двигатель; грузоподъемность 1,5 тн.);
- краны (1 ед., дизельный двигатель; грузоподъемность 40 тн.);
- грузовые автомобили (3 ед.; дизельный двигатель; грузоподъемность 15 тн.).

Расчеты выполняются в соответствии с Методикой проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для автотранспортных предприятий, разработанной по заказу Министерства транспорта Российской Федерации.

Валовый выброс загрязняющих веществ ( $\text{CO}$ ,  $\text{CH}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ , сажа (C)) при контроле дымности отработавших газов определяется по формуле:

$$M_i^k = \sum_{k=1}^K n_k \cdot n \cdot (m_{\text{пр}ik} \cdot t_{\text{пр}} + m_{\text{хх}ik} \cdot t_{\text{хх}}) \cdot 10^{-6}, \quad m / \text{год} \quad (4.1)$$

где  $n_k$  - количество проверок в год автомобилей к-й группы;  $n$  - количество автомобилей с одноименными характеристиками;  $m_{\text{пр}ik}$  - удельный выброс  $i$ -го вещества при прогреве двигателя автомобиля к-й группы для тёплого периода года, г/мин;  $m_{\text{хх}ik}$  - удельный выброс  $i$ -го вещества при работе двигателя автомобиля на холостом ходу автомобиля к-й группы, г/мин;  $t_{\text{пр}}$  - время прогрева автомобиля на посту контроля,  $t_{\text{пр}} = 3$  мин;  $t_{\text{хх}}$  - время работы на холостом ходу,  $t_{\text{хх}} = 4$  мин.

Таблица 7.2 – Удельный выброс при прогреве:

Для теплого периода года:	Для холодного периода года:
Co-1,9	Co-3,1
CH-0,30	CH-0,60
NO <sub>x</sub> -0,5	NO <sub>x</sub> -0,70
C-0,02	C-0,08
SO <sub>2</sub> -0,072	SO <sub>2</sub> -0,086

Таблица 7.3 – Удельный выброс при заезде-выезде:

Для теплого периода года:	Для холодного периода года:
Co-3,5	Co-4,3
CH-0,7	CH-0,8
NO <sub>x</sub> -2,6	NO <sub>x</sub> -2,6
C-0,20	C-0,30
SO <sub>2</sub> -0,39	SO <sub>2</sub> -0,49

Таблица 7.4 – Удельный выброс на холостом ходу:

Для теплого периода года:	Для холодного периода года:
---------------------------	-----------------------------

Co-3,5	Co-3,5
CH-0,7	CH-0,7
NOx-2,6	NOx-2,6
C-0,20	C-0,20
SO2-0,39	SO2-0,39

Максимально разовый выброс  $i$ -го вещества  $G_{pi}$  рассчитывается для каждого месяца по формуле:

$$G_{pi} = \frac{\sum_{k=1}^K m_{Lik} L_p N'_{kp}}{3600}, \text{ г/с} \quad (7.2)$$

где  $N'_{kp}$  - количество автомобилей  $k$ -й группы, проезжающих по проезду за 1 час, характеризующийся максимальной интенсивностью движения

Значения удельных выбросов загрязняющих веществ  $m_{пrik}$ ,  $m_{Lik}$ , и  $m_{xxik}$  для различных типов автомобилей представлены в табл. 2.1 ÷ 2.18.

Таблица 7.5 – Расчёт выбросов от работы автомобилей

	$m_{пrik}$ , г/мин	$m_{xxik}$ , г/мин	Выброс вредных веществ (валовый) $M_{общ}$ , т/год	Выброс вредных веществ (максимально разовый) $M_{общ}$ , г/с
CO	0,58	0,36	0,00118	0,0000389
CH	0,25	0,18	0,00021	0,00025
NO <sub>x</sub>	0,22	0,20	0,00036	0,00039
SO <sub>2</sub>	0,065	0,065	0,00007	0,00008
Сажа (C)	0,02	0,2	0,000032	0,00006

#### Расчёт выбросов от лакокрасочных работ

Окраска производится лаком марки БТ-985 за 2 раза и эмалью МС-17. Расход краски составляет 140,5кг (согласно ведомости расчета потребности в строительных материалах). Также в работе используется растворитель РС-2 (20 кг).

Таблица 7.6 – Доля выделения загрязняющих веществ (%) при окраске

	Выделение вредных компонентов
--	-------------------------------

Способ окраски	доля краски (%), потерянной в виде аэрозоля ( $\delta_k$ ) при окраске	доля растворителя (%) выделяющегося при окраске ( $\delta'_p$ )	доля растворителя (%), выделяющегося при сушке ( $\delta''_p$ )
1.Распыление: безвоздушное	25	23	77

Таблица 7.7 – Состав каждого вида лакокрасочного материала

Тип краски	Летучие компоненты	Доля летучей части $f_2$ , %	Доля сухой части $f_1$ , %
Лак БТ-985	Уайтспирит (100%)	60	40
Эмаль МС-17	Ксилол (100%)	65	35
Растворитель РС-2	Уайтспирит (70%)	100	0
	Ксилол (30%)		

Определяем валовый выброс аэрозоля краски по формуле 3.4.1 [23]:

$$M_k = m \cdot f_1 \cdot \delta_k \cdot 10^{-7}, m / год \quad (4.3)$$

где  $m$  - количество израсходованной краски за год, 140,5кг – 40,5кг лака, 100кг эмали;

$\delta_k$  - доля краски, потерянной в виде аэрозоля при различных способах окраски, % (табл. 3.4.1[23]);

$f_1$  - количество сухой части краски, в % (табл. 3.4.2[23]).

$$M_{\text{уайтспирит}} = 40,5 \cdot 60 \cdot 40 \cdot 10^{-7} = 0,00972m$$

$$M_{\text{ксилол}} = 100 \cdot 65 \cdot 35 \cdot 10^{-7} = 0,02275m$$

Валовый выброс летучих компонентов в растворителе и краске, если окраска и сушка проводятся в одном помещении, рассчитывается по формуле:

$$M_p^i = m_1 \cdot f_{p1p} + m \cdot f_2 \cdot f_{pik} \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-5}, m / год \quad (4.4)$$

где  $m_1$  - количество растворителей, израсходованных за год, 20 кг;

$f_2$  - количество летучей части краски в % (табл. 3.4.2 [23]);

$f_{p1p}$  - количество различных летучих компонентов в растворителях, в % (табл. 3.4.2 [23]);

$f_{pik}$  - количество различных летучих компонентов, входящих в состав краски (грунтовки, шпатлевки), в % (табл. 3.4.2 [23]).

Определяем максимально разовый выброс загрязняющих веществ по формуле:

$$G_{ок}^i = \frac{P' \cdot 10^6}{nt3600}, z / c, \text{ где} \quad (4.5)$$

$t$  – число рабочих часов в день в наиболее напряженный месяц;

$n$  – число дней работы участка в это месяце;

$P$  – валовый выброс компонентов.

Таблица 7.8 – Выбросы в атмосферу от лакокрасочных покрытий

Выделяющееся загрязняющее вещество	Макс. разовый выброс, г/с	Валовый выброс, т/год
Ксилол	0,0263	0,02275
Уайт-спирит	0,01125	0,00972
Аэрозоль краски	0,0902	0,03247

#### Расчёт выбросов от сварочных работ

При сварочных работах в атмосферный воздух выделяются железа оксид, марганец и его соединения, фтористый водород. В данном проекте используется электрическая сварка с применением электродов типа Э-42.

Определение количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сварочных работах произведено в соответствии с «Методикой проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для баз дорожной техники» (расчетным методом).

Расчет количества загрязняющих веществ при сварочных работах проводится по удельным показателям, приведенным к расходу сварочных материалов.

Таблица 7.9 – Химический состав наплавленного металла, %

С не более	Mn	Si не более	S	P не более
0,1	0,55-0,8	0,2	0,04	0,045

Таблица 7.10 – Характеристики расплавления Э42(режим сварочного тока)

Диаметр, мм	Ток, А	Коэффициент наплавки, г А/час	Расход электродов на 1 кг наплавленного металла, кг
3	80-120	8,5-9,5	1,65
4	130-200	8,5-9,5	1,65
5	180-270	8,5-9,5	1,65

Согласно методике проведения инвентаризации выбросов [23] при сварочных работах с использованием данного типа электродов в атмосферу выделяются определенные вредные вещества (табл. 4.13).

Расчет валового выброса загрязняющих веществ при сварке производится по формуле:

$$M^{\circ i} = g^{\circ i} \times B \times 10^{-6} \quad \text{т/год, где:} \quad (4.6)$$

$g^{\circ i}$  — удельный показатель выделяемого загрязняющего вещества расходуемых сварочных материалов (г/кг);

B - масса расходуемого сварочного материала = 0,60т.

Максимально разовый выброс загрязняющих веществ при сварке определяется по формуле:

$$G^c j = g^c j \times b / 1 \times 3600 \quad \text{г/с, где:} \quad (4.7)$$

b - максимальное количество сварочных материалов, расходуемых в течение рабочего дня = 50 кг; t - «чистое» время, затрачиваемое на сварку в течение рабочего дня = 5 ч.

Результаты расчетов валового и максимально разового выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сварочных работах приведены в таблице.

Таблица 7.11 – Расчет выбросов при сварочных работах

Загрязняющее вещество	$g^{\circ}i$ , г/кг	Валовый выброс вредных веществ, т/год	Макс. разовый выброс вредных веществ, г/с
марганец и его соединения	1,09	0,000654	0,0030
оксид железа	13,9	0,00834	0,0386
пыль неорганическая, содержащая SiO <sub>2</sub>	1,0	0,0006	0,00278
фтористый водород	0,93	0,000558	0,00258
диоксиды азота	2,7	0,00162	0,0075
оксид углерода	13,3	0,00798	0,0369

Таблица 7.12 – Расчет фонового загрязнения от суммирующего воздействия (по калькулятору ОНД-86)

Код	Наименование	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Выброс, г/с	См, ед. ПДК
0328	Сажа (С)	0,1500	2,600000	0,4006
0337	СО	5,0000	3,500000	0,0162
0301	NO <sub>x</sub>	0,0850	0,000690	0,0002
0316	СН	900	0,00021	0,08
0329	SO <sub>2</sub>	0,15	0,00007	0,019
0616	ксилол	0,2000	0,026300	0,0006
1505	аэрозоль краски	0,2000	2,600000	0,0565
2752	уайтспирит	1,0000	0,112500	0,0005
0143	марганец	0,0100	0,003000	0,0013
0123	оксид железа	0,0400	0,038600	0,0042
2907	пыль неорганическая	0,1500	0,002780	0,0001
0342	фтористый водород	0,0200	0,002580	0,0006
ИТОГО			8,88673	0,5798

Суммирующее воздействие от всех работ составляет 8,88673 г/с. Фоновое загрязнение при этом – 0,5798 мг/м<sup>3</sup>.

Таблица 7.13 – Концентрация фонового загрязнения от всех типов вредных воздействий (участок размерами 100х100м)

Координата X, м	Координата Y, м	Концентрация ВВ, ед. ПДК
0,0000	0,0000	0,3690
20,0000	0,0000	0,3678
40,0000	0,0000	0,3671



60,0000	0,0000	0,3671
80,0000	0,0000	0,3678
100,0000	0,0000	0,3690
0,0000	20,0000	0,3678
20,0000	20,0000	0,3665
40,0000	20,0000	0,3658
60,0000	20,0000	0,3658
80,0000	20,0000	0,3665
100,0000	20,0000	0,3678
0,0000	40,0000	0,3671
20,0000	40,0000	0,3658
40,0000	40,0000	0,3650
60,0000	40,0000	0,3650
80,0000	40,0000	0,3658
100,0000	40,0000	0,3671
0,0000	60,0000	0,3671
20,0000	60,0000	0,3658
40,0000	60,0000	0,3650
60,0000	60,0000	0,3650
80,0000	60,0000	0,3658
100,0000	60,0000	0,3671
0,0000	80,0000	0,3678
20,0000	80,0000	0,3665
40,0000	80,0000	0,3658
60,0000	80,0000	0,3658
80,0000	80,0000	0,3665
100,0000	80,0000	0,3678
0,0000	100,0000	0,3690
20,0000	100,0000	0,3678
40,0000	100,0000	0,3671
60,0000	100,0000	0,3671
80,0000	100,0000	0,3678
100,0000	100,0000	0,3690

#### Отходы

В период строительства объекта образуются следующие виды отходов: отходы строительные, отходы цемента, отходы железобетонных изделий, кусковые отходы древесины, емкости из под лакокрасочных материалов.

Класс опасности и код образующихся отходов определены по данным нормативного документа – классификационного каталога отходов – и представлены в табл. 4.14.

Таблица 7.14 – Расчет количества образования отходов

Наименование отходов	Код	Класс опасности	Нормы потерь, %	Количество образования отходов, т/год
Шлак сварочный	31404800 01 99 4	IV	10% от массы электродов	0,06
Остатки и огарки стальных сварочных электродов	35121601 01 99 5	V	6,5% от массы электродов	0,039

Отходы лакокрасочных средств	5500000 00 00 0	не устано влен	3% от массы краски	0,013
Бой строительного кирпича (для кладки кирпичных несущих стен)	31401404 01 99 5	V	1,5% от массы кирпича	1,5
Бой бетонных изделий, отходы бетона в кусковой форме	31402701 01 99 5	V	1,5% от массы бетонных изделий	0,8
Отходы, содержащие сталь в кусковой форме	35120112 01 99 5	V	1% от массы металла	0,032
Отходы гипса в кусковой форме	31403802 01995	V	3% от массы гипсокартонны х перегородок	0,003

Нормы потерь строительных материалов рассчитываются согласно РДС 82-802-96, согласно которым каждому строительному материалу соответствует норма потерь в зависимости от вида работ:

$$q_{\text{п}} = \frac{a}{Q_{\text{д}}} \times 100,$$

где :

$Q_{\text{д}}$  - количество материала (в чистом виде), содержащегося в готовой продукции, в единицах массы, объемных и линейных единицах счета;

$a$  - потери и отходы, в тех же единицах.

Масса образующихся огарков рассчитывается по формуле:

$$M_{\text{ог}} = P_{\text{эi}} \times C_{\text{ог}} \times 10^{-2} \quad \text{т/год},$$

где:  $P_{\text{эi}}$  - масса израсходованных сварочных электродов  $i$ -ой марки = 0,6 т/год;

$C_{\text{ог}}$  - норматив образования огарков, % от массы электродов = 6,5 % (для электродов с диаметром стержня 5 мм);

$$M_{\text{ог}} = 0,6 \times 6,5 \times 10^{-2} = 0,039 \text{ т/год}.$$

• Окалина, шлак сварочный:

$$M_{\text{шл с}} = C_{\text{шл с}} \times P_{\text{эi}} / 10^2 \quad \text{т/год},$$

где:

$C_{\text{шл с}}$  - норматив образования сварочного шлака = 10 %;

$P_{\text{эi}}$  - масса израсходованных сварочных электродов  $i$ -ой марки = 0,6 т/год.

$$M_{\text{шл с}} = 10 \times 0,6 / 10^2 = 0,06 \text{ т/год}.$$

Строительные отходы, по мере накопления и после завершения строительства объекта проектирования, необходимо своевременно вывозить на полигон твердых бытовых отходов.

Согласно постановлению Правительства РФ «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сборы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления» рассматриваются платежи по видам отходов.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 14.13330.2014 Строительство в сейсмических районах СНиП II-7-81\* (актуализированного СНиП II-7-81\* "Строительство в сейсмических районах" (СП 14.13330.2011)) (с Изменением N 1)
2. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*
3. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\* (с Изменением N 2)
4. МДС 31-10.2004 . Рекомендации по планировке и содержанию зданий, сооружений и комплексов похоронного назначения./ Госстрой России, ЗАО «ДИАС» . – М.: ФГУП ЦПП , 2004. – 30 с.
5. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003
6. СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям
7. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции – Москва – Минрегион России, 2013. – 80 с.
8. ГОСТ 9561-91 Плиты перекрытий железобетонные многопустотные дл зданий и сооружений. Технические условия. Введ. взамен ГОСТ 9561-76 и ГОСТ 26434-85 дата введ. 01.01.92 М.: 1992г. 23с.
9. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. – Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*; введ. 20.05.2011. – М.: ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко, 2011. – 79с.
10. Железобетонные конструкции / В.Н. Байков, Э.Е. Сигалов – Москва – Стройиздат, 1991. – 767 с.
11. Железобетонные конструкции / В.Н. Байков, Э.Е. Сигалов – Москва – Стройиздат, 1991. – 767 с.
12. Берлинов, М. В. Расчет оснований и фундаментов: Учеб. Для ср. спец. Учеб. Заведений. / М. В. Берлинов, Б. А. Ягупов; – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 2000. – 272 с.; ил.
13. Шутенко, Л. Н. Основания и фундаменты. Курсовое и дипломное проектирование/Л. Н. Шутенко, А. Д. Гильман, Ю. Т. Лупан- К.: Выщашк. Головное изд-во, 1989.-328 с.; 108 табл., 135 ил.- Библиогр.: 18 назв.
14. СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\*- Введ 20.05.2011. - Москва : ОАО ЦПП, 2011. – 206
15. СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве: в 2ч. Ч.1. Общие требования. - Взамен СНиП 12-03-99; введ. 01.09.2001. – М.; Книгасервис, 2003- 64стр.

16. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23.02.-2003. – Введ. 1.01.2012. – М.: ООО «Аналитик», 2012. – 96с.
17. СП 29.13330.2011 Полы. Актуализированная редакция СНиП 2.03.1388 – взамен СП 29.13330.2010 – Введ. 20.05.2011. – М.: ОАО ЦПП, 2011. – 69с.
18. ГОСТ 306799 4-99 Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. Технические условия. Межгосударственный стандарт. – введен впервые: введен 01.01.2001. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2000. – 33с.
19. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация. Введ 01.01.2013. – М.: -63с.
20. Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты МДС 12-29.2006. – М.: ЦНИИОМТП, 2007. – 9с.
21. Соколов, Г.К. Технология возведения специальных зданий и сооружений: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Г.К. Соколов, А.А. Гончаров. – М.: «Академия», 2005. – 352с.
22. ЕНиР: Комплект / Госстрой СССР. - М.: Стройиздат, 1987.
23. СП 48.13330.2011 Организация строительства. Актуализированная редакция. – Введ. 20.05.2011. – М.: ОАО ЦПП, 2011.
24. РД 11-06-2007 Методические рекомендации о порядке разработки проектов производства работ грузоподъемными машинами и технологических карт погрузочно-разгрузочных работ.
25. СНиП 1.04.03-85\*. Нормы продолжительности строительства и заделов в строительстве предприятий, зданий и сооружений: в 2ч. - Госстрой России – М.: АПП ЦИТП, 1991.
26. Градостроительный кодекс Российской Федерации (от 07 мая 1998 г.): официальный текст. – М.: КонсультантПлюс, 2007.
27. МДС 81-35.2004. Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации. – Введ. 09.03.2004. – М.: Госстрой России 2004.
28. МДС 81-33.2004. Методические указания по определению величины накладных расходов в строительстве. – Введ. 12.01.2004. – М.: Госстрой России 2004.